Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России»



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор-проректор по учебной

работе

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Б.В. Падалкин

(28) 2016 To

Учебно-методическое пособие к циклу повышения квалификации для педагогических работников по дополнительной образовательной программе

Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России

Автор:

Зеленцова Н.Ф., лауреат премии Правительства Российской Федерации в области образования, почетный работник высшего профессионального образования, начальник отдела взаимодействия с профильными школами Центра довузовской подготовки МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доцент

Аннотация

В данном учебно-методическом пособии рассмотрены история становления высшего технического образования в России, методологические основы «русского метода обучения ремеслам» от его зарождения до наших дней, достижения выдающихся представителей славной плеяды создателей и творцов российской техники; значительное внимание уделяется вопросам научно-методического обеспечения предпрофильного и профильного обучения в инженерных классах московских школ. Приведена программа практико-ориентированного цикла занятий «Введение в инженерную специальность. Бауманская школа будущих инженеров», разработанного и внедренного под руководством автора программы в рамках выполнения мероприятия № 8 за счет субсидий из бюджета города Москвы, включающая 10 курсовых циклов, апробированных при обучении более 300 школьников по мероприятию №8. Программы были востребованы школьниками и вызвали большой интерес к инженерной деятельности. В приложении к данному учебнометодическому пособию приведены 10 программ из мероприятия №8 (Приложения 8.1-8.10) практикоориентированных курсовых циклов по выбору с выполнением индивидуальных проектов ПО инженерно-техническим направлениям, которые рекомендуются к использованию в системе общего и дополнительного образования в классах Московских Рассмотрены современные инженерных школ. проблемы инженерного образования и пути их преодоления. Приведены результаты мониторинга инженерно-технического обучения в профильных образовательных организациях МГТУ им. Н.Э.Баумана и других образовательных организациях города Москвы, которые будут полезны в практической деятельности педагогов и руководителей образовательных организаций города Москвы.

Содержание

Введение	5
1. История высшего технического образования	.6
1.1. Становление высшего технического образования в европейских государствах	.6
1.2. Становление высшего технического образования в России на примере МГТУ и Н.Э.Баумана	
1.2.1. Начало пути. Школа ремесел	8
1.2.2. Совершенствование и изменение системы обучения	9
1.2.3. Императорское Московское техническое училище	10
1.2.4. Зарождение новых научных школ ИМТУ	12
1.2.5. Московское высшее техническое училище	13
1.2.6. МВТУ: от училища к университету	
1.2.7. Московский государственный технический университет им. Н. Баумана - первый технический университет, созданный в России	
1.3. МГТУ им. Н.Э.Баумана: опыт, традиции и инновации в подготовке инженерных научных кадров	
2. «Русский метод» - вектор современности	31
2.1. «Русский метод»: вектор современности	32
2.2. Философский подход к технике	40
2.3. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы	45
3. Научные и инженерные школы России (на примере МГТУ им. Н.Э.Баумана Выдающиеся создатели и творцы российской техники	
3.1. Научные и инженерные школы МГТУ им. Н.Э.Баумана	62
3.2. Шухов Владимир Григорьевич	67
3.3. Жуковский Николай Егорович	71
3.4. Королёв Сергей Павлович	79
3.5. Советкин Дмитрий Константинович	82
3.6. Сатель Эдуард Адамович	84
3.7. Сидорин Иван Иванович	87
3.8. Вавилов Сергей Иванович	94
3.9. Феоктистов Константин Петрович	99
3.10. Челомей Владимир Николаевич	02
3.11. Проников Александр Сергеевич	07
3.12. Николаев Георгий Александрович	10
3.13. Доллежаль Николай Антонович	15
3.14. Грабин Василий Гаврилович	17
4. Учебные программы практико-ориентированного цикла занятий «Введение инженерную специальность. Бауманская школа будущих инженеров»	
5. Современные проблемы инженерного образования	
Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к програмл «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 3 из 1	

5.1.	5.1. Современное состояние инженерного образования					22
5.2.	Основные про	блемы в органи	зации профилы	ной подготовки и пути их пр	реодоления1	23
5.3.	Результаты	мониторинга	профильного	инженерно-технического	обучения	В
обра	зовательных (организациях го	рода Москвы		12	26
	Список лит	ературы			12	34

Введение

МГТУ им. Н.Э.Баумана является активным участником проекта Департамента образования города Москвы «Инженерный класс в московской школе». Необходимым условием реализации проекта является развитие профессиональных компетенций учителей, работающих в инженерных классах.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учебным планом разработанной в рамках субсидий из бюджета города Москвы программы повышения квалификации педагогов «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России». Содержание пособия отражает 186-летний опыт учебно-научных школ ведущего технического университета России - Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета).

Рассмотрены история становления высшего технического образования в России, методологические основы «русского метода обучения ремеслам» от его зарождения до наших дней, достижения выдающихся представителей славной плеяды создателей и творцов российской техники. Значительное внимание уделяется вопросам научнометодического обеспечения предпрофильного и профильного обучения в инженерных классах московских школ. Приведена программа практико-ориентированного цикла занятий «Введение в инженерную специальность. Бауманская школа будущих инженеров», разработанного и внедренного под руководством автора программы в рамках выполнения мероприятия № 8 за счет субсидий из бюджета города Москвы. Приведены программы 10 практико-ориентированных курсовых циклов по выбору школьников с выполнением индивидуальных проектов по разработанным темам инженернотехнической направленности.

Рассмотрены современные проблемы инженерного образования и пути их преодоления. Приведены результаты мониторинга профильного инженерно-технического обучения в профильных образовательных организациях МГТУ им. Н.Э.Баумана города Москвы, которые представляют интерес для педагогов инженерных классов.

1. История высшего технического образования

1.1. Становление высшего технического образования в европейских государствах

Первые попытки организации технического образования в Европе предпринимались еще в XVII столетии (Дания, Флоренция, Франция). Однако технические школы для подготовки инженеров начинают основываться лишь в XVIII столетии; в них осуществлялась подготовка кадров для государственной службы по различным специальностям: строительные, горные, путейские, морские, военные. Эти школы характеризовались примитивным научно-техническим уровнем учебного процесса, обучение в них состояло в изучении элементарной математики, описательных сведений и правил, относящихся к различным видам работ.

Нужно отметить, что примитивный уровень технических школ и училищ находил своих покровителей и защитников. К примеру, накануне возвращения Монжа из Египетской экспедиции (октябрь 1799 год) на Совете пятисот обсуждался проект перестройки Политехнической школы. Один из депутатов порицал «глупое намерение обучать всему и требовать от учеников школы, чтобы они знали всё. В особенности он резко выступал против совершенно бесполезных предметов, таких как дифференциальное и интегральное исчисление».

В 1802 году в Мадриде была открыта школа инженеров дорог, мостов и каналов. Основатель этой школы - Августин де Бетанкур, потомок короля Канарских островов. В 1784 г. молодой офицер Бетанкур посетил Париж, где с большим интересом слушал лекции, в которых Монж излагал идеи о машинах, их классификации и конструировании. Бетанкур был одним из первых, кто воспринял идеи Монжа о машинах и развивал их в направлениях, о которых рассказывал Монже.

Возвратившись в Мадрид в 1791 году, Бетанкур возглавил королевский кабинет машин, который был размещен во дворце. Здесь же начала работать Школа инженеров дорог, каналов и мостов, основателем которой был Бетанкур. Учебный курс в школе был рассчитан на два года, как в Политехнической школе, с последующей специализацией, организованной по образу Парижской школы мостов и дорог, применительно к условиям своей страны (Испании), для которой сооружение путей сообщения было приоритетной технической задачей. В силу этого испанская школа инженером сформировалась вскоре как специальная.

За 10 лет работы в Мадридской школе Бетанкур вместе с мексиканским ученым в области механики Ланцем подготовил «Курс построения машин». К этому времени на кафедре Монжа в Политехнической школе была разработана программа курса построения машин. Ее особенность состояла в том, что с самого начала курса студентам рассказывали, что машина - динамическая система, рассматривали силы, действующие на машину; раскрывали их структуру, а также графические методы изображения и анализа машин.

По свидетельству историков, в мае 1808 года Мадридская уникальная коллекция машин, а вместе с нею и школа были разгромлены артиллерией Наполеона. В это

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 6 из 135

неспокойное время Бетанкур был в Париже, где вместе с Монжем обсуждал возможности издания «Курса».

В августе 1808 года Совет усовершенствования Политехнической школы принял решение издать эти материалы вместе с «Курсом построения машин» Бетанкура-Ланца в одной книге в качестве учебника. Книга Бетанкура-Ланца трижды переиздавалась и служила основным учебником по курсу построения машин в высших школах Европы более 40 лет.

В 1806 году на основе школы гражданских инженеров в Праге был создан первый в Средней Европе Пражский политехнический институт. По оценке А.Н. Боголюбова, преподавание в этом институте было в «определенной степени подобным преподаванию в Политехнической школе».

В последующие годы были основаны: Политехнический институт в Вене (1815 г.), Политехническая школа в Карлсруэ (1825 г.), Высшие технические школы в Мюнхене и Нюрнберге (1827 г.), в Дрездене (1825 г.), в Ганновере (1831 г.) и Политехническая школа в Штутгарте (1840 г.). Все эти учебные заведения имели генетическое родство с Парижской политехнической школой. Обучение в этих школах строилось на базе основательной образовательной подготовки по высшей математике, механике, физике и химии. Начертательная геометрия и техническое черчение преподавались по Монжу.

Вместе с тем Германские высшие технические школы сравнительно быстро начали принимать облик, отличный от своего прообраза — французской Политехнической школы. В научном отношении они сравнялись с университетами и превратились в центры, где создавались технические науки, востребованные промышленным переворотом.

Голландские и бельгийские технические школы также были основаны и развивались под влиянием французской Политехнической школы. В Швеции Политехнический институт организовал приглашенный в 1821 гону для этой цели ученик Монжа — Теодор Оливье.

Влияние французской Политехнической школы распространилось на формирование высшего технического образования в США. По решению Конгресса в 1802 году была основана Вест-Пойнтская военная академия — первое техническое учебное заведение. В 1817 году она была преобразована по образцу французской Политехнической школы. Это учебное заведение, Вест-Пойнтская академия, существует до настоящего времени. По этому же образцу создавались и другие высшие технические школы США.

1.2. Становление высшего технического образования в России на примере МГТУ им. Н.Э.Баумана

1.2.1. Начало пути. Школа ремесел.

XIX век в Европе и России был временем быстрых темпов развития науки, техники, промышленности, образования. Произошёл переход от мануфактурного к машинному производству. Во всех странах возросла потребность в инженерах, мастерах, квалифицированных рабочих. Развитие промышленности в России, особенно во второй половине XIX в., также выдвигало эти задачи. В этих условиях в России в XIX в. начинает создаваться система учебно-профессиональных школ и училищ.

Первым в России таким особого рода Училищем стало Московское ремесленное учебное заведение, созданное в 1830 г., - основа и родоначальник МГТУ.

История создания Училища связана с историей Воспитательного Дома, учрежденного в 1763 г. Екатериной II, и благотворительной деятельностью вдовы императора Павла I - Марии Фёдоровны.

Московский Воспитательный дом был создан как государственное учреждение для детей-сирот (до 500 чел.), в котором они получали образование, воспитание и профессиональную подготовку. В 18-20 лет выпускались как "сословие вольных людей".

С 1797 г. все воспитательные учреждения в России были переданы под покровительство Марии Федоровны и ее благотворительного фонда.

В 1826 г. - по предложению императрицы было решено перевести часть воспитанников Воспитательного дома в отдельное училище с мастерскими, где бы их обучали, в основном, производственным ремёслам (повеление было издано 5 октября).

14 октября 1826 г. - император Николай I издал распоряжение, повелев передать Воспитательному дому Слободской дворец на Яузе, который необходимо было восстановить после пожара 1812 г. Всего было определено 300 воспитанников. В Слободской дворец перешла также богадельня для увечных питомцев и приют для престарелых служителей. Началось восстановление дворца.

1 (13) июля 1830 г. император Николай I утвердил "Положение о Ремесленном учебном заведении при Московском Воспитательном доме". В нем было записано: "...Обучать разным наукам и ремеслам до 300 воспитанников Московского Воспитательного дома с целью сделать их полезными членами общества, не только приготовлением из них хороших практических различного рода ремесленников, но и образованных искусных мастеров с теоретическими, служащими к усовершенствованию ремесел и фабричных работ сведениями, знающих новейшие улучшения по сим частям и способных к распространению их в России".

Занятия начались в 1832 г., обучающиеся были из воспитанников Воспитательного дома, при котором и числилось училище. Первым директором был назначен Ф. Отто (1830-1837). Первый выпуск состоялся в 1839 г.

Воспитанники жили в помещении Слободского дворца. Слободской дворец, построенный в 1753-1778 г.г. в Немецкой слободе, является памятником архитектуры ХҮШ в. Его перестройку и восстановление в 30-е г.г. XIX в. осуществили архитектор Доминико Жилярди и скульптор Иван Витали, создавший скульптурную группу "Минерва" на

фронтоне главного корпуса. Скульптура символизировала союз науки, искусства и ремёсел.

Учащиеся жили в здании училища и обучались с 11-12 лет до 18-19 лет. Режим учёбы и жизни был суровым и напряжённым. Большие спальные комнаты. Ежедневно с б утра до 8 вечера 4 часа уроков и 7 часов практики. На первом этапе обучали разным ремёслам медники, портные, столяры, маляры и т. д. Затем процесс обучения начал меняться. Большую роль в этом сыграли директора РУЗ - А.А. Розенкампф (1837-1859) и А.С.Ершов (1859-1867). Именно ими была поставлена задача преобразования РУЗ в высшую инженерную школу.

1.2.2. Совершенствование и изменение системы обучения

1844 г. - новый устав МРУЗ устанавливает срок обучения в 6 лет. Вся система подготовки становится другой: от кустарных ремесел к обучению промышленным специальностям. Первые 3 класса - приготовительные, после их окончания следующие 3 года. Часть выпускников получали звание мастера и специальность кузнечное, слесарное, токарное, модельное, литейное и др. в т.н. рабочих классах. Способные ученики переводились в мастерские классы, получали теоретические знания, практику и звание учёного мастера.

Программа обучения: русская грамматика и чистописание, немецкий язык, закон божий, геометрия, алгебра, тригонометрия, начертательная геометрия, физика, химия, география России, рисование и черчение, механическая технология.

Стали принимать для обучения детей купцов, мещан, цеховых работников, а также 100 чел. за казенный счет из бедных семей.

Были созданы учебные мастерские: слесарная, механическая, токарная, которые часто посещал Николай I. На базе мастерских в 1841 г. был организован механический завол.

Опытный завод стал производственно-учебным центром, где работали учащиеся. Завод принимал заказы от промышленности. В 1859 г. было выполнено 324 заказа. Завод в 1854-55 г.г. изготовлял орудийные лафеты для армии, делая паровые и молотильные машины, насосы, мукомольные мельницы, шерстопрядильные и др.

РУЗ активно участвовало со своей продукцией в промышленных выставках: - Москва - 1843, 1849, 1851, Лондон 1851, Париж 1867. На Парижской выставке учебное заведение получило бронзовую медаль.

1857 г. Начался новый этап преобразований. Составлена записка Московского Опекунского Совета "О продолжении и распространении курса учения наукам в Ремесленном учебном заведении". Император Александр II написал о ней своё мнение - "весьма дельно".

С 12 ноября 1857 года была определена новая цель РУЗ: начать подготовку не только учебных мастеров, но учёных техников. Устанавливалось 8 лет обучения, расширялся объём общих предметов, вводился курс французского языка, два месяца каникул.

Два последних года велось обучение на отделениях - механическом и химическом с прослушиванием лекций и практикой в мастерских и лабораториях выпускались учёными техниками. Остальные шли по рабочему разряду, получая звание мастера-механика по машинам и орудиям. Эти преобразования соответствовали запросам экономики и

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 9 из 135

промышленности. Так постепенно готовилось преобразование МРУЗ в высшую инженерную школу.

1860 г. Общее число учащихся 300 человек. 172 - подготовительные классы, 32 - в рабочих, в мастерских - 60, в спецклассах - 28 человек.

Общее число преподавателей - 34 чел., воспитательная и медицинская часть - 8. Всего 200 сотрудников, включая рабочих на заводе и персонал обслуживания.

1857-1868 г.г. - этап завершения преобразования МРУЗ в высшее учебное заведение. Право на такой статус еще в 1860 г. принял Московский Опекунский Совет.

В эти годы директор Училища А. С. Ершов проводит огромную работу по реорганизации системы обучения, разрабатывает Устав нового высшего учебного заведения. Инициатива коллектива МРУЗ совпадала с теми реформами 70-80-х г.г., в т. ч. и реформой образования, которые проводились Александром И.

За годы существования МРУЗ был накоплен большой опыт обучения, связанный с потребностями промышленности, что стало традицией на все последующие годы. Была разработана передовая программа обучения образованных специалистов. Промышленность России и предприниматели высоко ценили уровень выпускников МРУЗ. Многие выпускники к середине XIX в. стали директорами заводов, главными механиками, конструкторами, изобретателями, а некоторые - учеными.

К 1868 г. МРУЗ получил признание за подготовку специалистов, учебных пособий, образцов техники не только в России, но и за рубежом.

1.2.3. Императорское Московское техническое училище

1 июня 1868 г. император Александр II утвердил Устав, по которому ремесленное учебное заведение становилось "Императорским Московским техническим училищем" под особым их императорским величеством покровительством и становилось высшим техническим учебным заведением. Оставалось в ведении Опекунского Совета Благотворительного ведомства императрицы Марии Фёдоровны, им осуществлялось общее руководство до 1887 г.

В 1887 г. ИМТУ передано Министерству народного просвещения.

Первым директором ИМТУ (до 1880 г.) был назначен В. К. Делла-Вос, кандидат физико-математических наук, профессор механики, выпускник ИМУ, с большим стажем практической работы.

В ИМТУ вводилось два отделения:

- Механическое по подготовке инженеров по металлообработке и технологии волокнистых веществ и машиностроению.
- Химическое подготовка по металлургии и химическим технологиям. Срок обучения 6 лет.

Число учащихся 300 человек, из которых 100 сирот и питомцев Воспитательных домов и приютов. Разрешалось принимать вольноприходящих студентов. Начался процесс создания новой системы обучения.

Преобразования в ИМТУ как учебном заведении совпали по времени с новым этапом развития России после реформ Александра II.

Конец XIX - начало XX вв. были временем, когда после отмены в 1861 г. крепостного права в России началось быстрое развитие промышленности. Создавались и

развивались также отрасли экономики, как: металлургия, машиностроение, нефтяная, текстильная, химическая, пищевая, военная промышленность.

По темпам развития и создания крупных заводов и фабрик Россия занимала одно из первых мест, быстро наращивая экономический потенциал. Промышленность и экономика нуждались в кадрах рабочих, техников, мастеров и особенно инженеров.

В конце XIX - начале XX вв. было проведено три Всероссийских съезда по техническому и профессиональному образованию, в которых принимали участие и преподаватели ИМТУ.

Подготовка инженеров стала насущной потребностью роста экономики. Императорское техническое училище стало в эти годы тем учебно-научным центром, в котором были определены принципиально новые направления подготовки инженера, получившие название "русский метод технического образования".

Система обучения и подготовки инженера в ИМТУ состояла из нескольких принципиальных установок:

Первая - выпускник ИМТУ получал глубокое теоретическое образование в области фундаментальных и общеинженерных наук, имел солидные теоретические знания. Обучение велось по логике: общетеоретические предметы, затем общеинженерные и специальные.

Вторая - все годы обучения студенты проходили практическую подготовку в учебных мастерских, на Опытном заводе. Кроме того, учащиеся проходили практику на промышленных предприятиях. Часть дипломных работ также выполнялась на базе предприятий или по их заданиям.

Сочетание фундаментальной, теоретической и практической подготовки позволило выпускать инженеров широкого профиля, со знанием системы работы конкретных отраслей промышленности. Предприниматели охотно брали на работу выпускников ИМТУ.

В начале XX в. 2/3 инженеров на предприятиях Центрального промышленного региона составляли выпускники ИМТУ.

Система такой подготовки получила всемирное признание. После Всемирной выставки в Филадельфии в 1876 г. Президент Бостонского технологического института доктор Рункль писал директору ИМТУ:

"За Россией признан полный успех в решении столь важной задачи технического образования... В Америке после этого никакая иная система не будет употребляться".

Создание такой программы обучения было заслугой сложившегося в конце XIX - начале XX вв. творческого коллектива преподавателей. В ИМТУ преподавали учёные и профессора, определявшие в те годы научные направления - Н. Е. Жуковский, С. А. Чаплыгин, Б. Н. Юрьев, В. П. Ветчинкин, создавшие школу аэромеханики, П. П. Лазарев, В. С. Щегляев, Н. И. Мерцалов, Д. Н. Лебедев, А. И. Сидоров, П. К. Худяков, Я. Я. Никитинский, А. П. Гавриленко, П. П. Петров, К. А. Круг, В. И. Гриневецкий и многие другие учёные и преподаватели, читавшие курсы практически на уровне университетов.

Структура обучения и управления ИМТУ были определены Уставом 1895 г., составленным на основе «Положения об училище» 6 июня 1894 г., утверждённого императором.

Всего к 1917 г. было выпущено более 4 тыс. инженеров. Количество студентов: 1900 г. - I тыс., 1917 г. - 3 тыс.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 11 из 135

1.2.4. Зарождение новых научных школ ИМТУ

- Машиностроение
- Строительство
- Технология волокнистых и питательных веществ
- Физика и математика
- Детали машин, динамика и прочность машин
- Аэромеханика
- Материаловедение и химия.

При училище было создано Политехническое общество (1877 г.), члены которого читали лекции по пропаганде достижений науки и техники. В 1872 г. по инициативе ИМТУ был создан Политехнический музей как центр технической мысли.

При ИМТУ и ИМУ было создано в 1909 г. Общество содействия успехам опытных наук и их практических применений. Деньги на его деятельность оставил промышленник X. С. Леденцов. В обществе активное участие принимали профессора и учёные Училища. Его председателем был профессор С. А. Фёдоров.

В училище были созданы научные студенческие кружки. В 1909 году студенческий научный кружок по аэромеханике был создан Н. Е. Жуковским.

В конце XIX - начале XX вв. в России активизировались общественнополитические движения, в т. ч. и студенческие. В 1891 году в ИМТУ возник социалдемократический студенческий кружок. Ещё в 70-х г.г. студенты ИМТУ участвовали в народническом движении, некоторые были уволены. Особенно активным было студенческое движение в период революции 1905-1907 г.г. ИМТУ в 1905 г. стало центром революционных выступлений, здесь находился Московский городской комитет РСДРП. Занятия не проводились.

Именно сюда пришёл выпущенный из Таганской тюрьмы революционерпрофессионал Николай Эрнестович Бауман (1873-1905). 18 октября 1905 г. во время демонстрации он был убит на Немецкой (ныне Бауманской) улице. Гроб с его телом стоял в Актовом зале. Его похороны 20 октября начались из здания ИМТУ, в них участвовало до 300 тыс. чел. Это был протест против бесправия и произвола властей. В 1906 г. занятия возобновились, и студенческое движение затихло. Вузам было разрешено избирать ректора, первым выборным ректором в 1905 г. стал профессор А. П. Гавриленко.

В годы первой мировой войны 1914-1918 г.г. Училище вело военно-оборонные работы: по производству боеприпасов, новых видов снарядов и мин, фармацевтических препаратов, противогазов. Были созданы курсы по подготовке летчиков и мотористов. Организован ускоренный выпуск инженеров.

В помещениях Училища располагался госпиталь. Многие студенты были мобилизованы в армию.

В начале XX века ИМТУ становится ведущим инженерным вузом, выпуская инженеров-механиков и инженеров-технологов по наиболее передовым направлениям науки и техники, внося тем самым большой вклад в развитие экономического и культурного потенциала России.

"Постоянная эволюция есть естественное состояние жизнеспособной технической школы, чутко относящейся к запросам жизни... Строй высшей технической школы не может вылиться в совершенно определенные и строго разграниченные рамки административного произвола" (из Записки Учебного Комитета ИМТУ. 1901г.)

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 12 из 135

1.2.5. Московское высшее техническое училище

1917 год изменил всю обстановку в стране. Февральская революция привела к падению самодержавия. Россия стала республикой. Коллектив ИМТУ приветствовал Временное правительство. 6 марта 1917 года на заседании Учебного комитета и всего коллектива было принято решение о переименовании Училища в Московское Высшее Техническое Училище.

После взятия власти большевиками и установления Советской власти в октябре 1917 года в стране началась гражданская война и последовавшая в ходе её разруха, голод и развал промышленности. Все эти события тяжёло отразились на развитии высшей школы России, в т. ч. МВТУ.

Занятия велись с перерывами, всё же к весне 1918 г. было выпущено 55 инженеровмехаников. Осенью 1918 г. был объявлен свыше приём всех желающих без экзаменов. Затем декретом Совнаркома 1919 г. отменялись дипломы, были объявлены вакантными все должности преподавателей, имеющими стаж более 10 лет и проведён на их места всероссийский конкурс.

В 20-е г.г. шёл процесс разрушения практически всей системы образования и вместе с тем определялись новые принципы её развития, сформировавшиеся к началу 30-х г.г.

Вмешательство Главпрофобра в деятельность вузов вызывала недовольство профессуры. В 1921-1922 г.г. это вело к конфликтам и забастовкам в МВТУ.

Критические замечания профессуры были восприняты правительством. В 1923 г.

И. Ленин как председатель Совнаркома назначил ректором МВТУ Николая Петровича Горбунова, который был управляющим делами Совнаркома. Н. П. Горбунов как ректор (1923-1929 г.г.) многое сделал для стабилизации обстановки в училище и восстановления его как ведущего инженерного вуза.

Восстановление экономики Советской России было невозможно без инженерных кадров. Базой их подготовки в 20-е г.г. становится МВТУ.

1918 г. - в МВТУ созданы два новых факультета: инженерно-строительный, электротехнический.

Организован ускоренный выпуск инженеров: 1921-1922 г.г. - 700 человек. Срок обучения был установлен в 4 года.

При училище был создан рабочий факультет (рабфак) для подготовки к поступлению. Сокращался приём в вузы детей интеллигенции и "бывших" сословий.

Из училища была уволена часть профессуры, впоследствии репрессирована.

В 1925 г. был принят новый Устав. Разработан план развития МВТУ до 1930 г.

Устав 1925 г. определил задачи МВТУ:

- подготовка высококвалифицированных специалистов;
- проектирование новой техники, разработка новых технологий;
- проведение научно-технических исследований, в т. ч. по заданиям правительства, подготовка научных работников и преподавателей вузов;
- пропаганда научно-технических знаний и передовых способов производства, организация курсов повышения квалификации работникам производства, чтение лекций и издание популярной научно-технической литературы.

Несмотря на репрессии против многих профессоров, постоянные инструкции, запреты и регламентации учебного процесса, МГТУ в 30-е годы стал крупнейшим в стране и лучшим техническим вузом.

Общее число студентов - 7 тысяч. 600 преподавателей, в т. ч. крупные учёные:

И. Вавилов, И. И. Куколевский, Л. Г. Кифер, Е. К. Мазинг, Е. А. Чудаков, К. А. Круг, А. Н. Шелест, Н. Н. Рубцов и другие.

Выпуск инженеров был по 48 специальностям механического, химического, электротехнического и инженерно-строительного факультетов.

Успешно продолжали развиваться научные школы механики и машиностроения, технологии волокнистых и питательных веществ, технологии текстильного и сельскохозяйственного машиностроения, электротехники, оптики и точного при боростроения, авиационной техники. Укреплялись связи с НИИ и отраслями промышленности.

В 1930 г. на основе постановления ЦИК и СНК СССР от 18 ноября 1929 г. началась реорганизация МВТУ. Суть правительственного постановления состояла в том, чтобы передать все вузы страны наркоматам, для которых они готовили кадры. Многопрофильные вузы преобразовывались в отраслевые. На базе факультетов МВТУ было создано более 200 учебных и научно-исследовательских институтов.

Базой реформированного МВТУ стал механический факультет. С июля 1930 г. Училище стало именоваться Московским механико-машиностроительным институтом и было передано в ведение Наркомата тяжелой промышленности, а с 1938 г. - Наркомату оборонной промышленности, а затем - Наркомату вооружения СССР. В 1930 г. в память о событиях революции 1905 г. институту было присвоено имя Н. Э. Баумана.

В 1933 г. в честь 100-летнего юбилея МММИ был награжден как лучший технический вуз страны орденом Трудового Красного Знамени. Были выделены средства для развития института.

В 30-е годы в институте идёт процесс реорганизации факультетов, кафедр и системы обучения в соответствии с новой обстановкой. Состав факультетов неоднократно менялся. В середине 30-х годов в МММИ было пять факультетов:

- Точного машиностроения
- Тепловых и гидравлических машин
- Механико-технологический
- Сварочного производства
- Автотракторный

Стали создаваться новые кафедры и их специальности: "Точной механики", а с 1930 г. создана кафедра точного приборостроения, кафедра "Тепловозостроение", "Колёсные машины" открыто более 15 новых специальностей.

С 1938 г. в МММИ создаются новые факультеты и специальности, связанные с обороной страны и вооружением. Все другие направления и кафедры были переведены в другие вузы. Определяется 6 факультетов с обучением 4 года и 10 месяцев:

- Тепловых и гидравлических машин;
- Точной механики и оптики (АЗ);
- Механико-технологический;
- Артиллерийский (Е);
- Бронетанковых машин (O);

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 14 из 135

- Боеприпасов (Н);
- Факультеты создавались постановлением Совнаркома СССР.

Новые специальности потребовали перестройки учебного процесса, создания новых учебных пособий.

С 1937 г. МММИ постановлением Совнаркома СССР было предоставлено право присуждать учёные степени кандидатов и докторов наук. Велись серьёзные научные работы оборонного значения.

С 1934 г. начал издаваться научный сборник "Труды МММИ", проводились научно-технические конференции.

Несмотря на крайне тяжёлую политическую обстановку 30-х годов, массовые репрессии, от которых пострадали многие преподаватели и ректоры института, творческая напряжённая работа всего коллектива института, всех кафедр позволила успешно провести все эти сложные реорганизации работы по новым направлениям института, был сделан серьёзный вклад в укрепление обороноспособности страны накануне войны.

Учёными и выпускниками МВТУ созданы:

- первый в России вертолёт,
- первая аэродинамическая труба,
- первая металлографическая лаборатория,
- первый тепловоз,
- первый в мире кинескоп,
- первый в мире реактивный пассажирский самолёт.

Великая Отечественная война изменила всю жизнь страны, явилась тяжелейшим периодом нашей истории.

Многие студенты и преподаватели ушли добровольцами на фронт в первые дни войны. Бауманцы (более тысячи) были в рядах 7-й дивизии народного ополчения и участвовали в её первом сражении под Вязьмой, Можайском, в обороне Москвы.

В рядах Советской Армии бауманцы участвовали во всех сражениях Великой Отечественной войны. 11 чел. стали Героями Советского Союза. Всю войну шли письма с фронта: девизом бауманцев фронтовиков были слова: "Бауманцы никогда не были и не будут в последних рядах".

Студенты участвовали в создании оборонительных укреплений Москвы летом и осенью 1941 года.

В октябре 1941 года институт был эвакуирован в город Ижевск. Студенты и сотрудники были освобождены от военного призыва как специалисты по созданию вооружения. В Ижевске продолжалась работа института. Были составлены новые учебные и научные планы. Студенты работали на заводах.

Учёными и всем коллективом института был внесён большой вклад в разработку вооружения и боеприпасов. Были установлены прямые связи с военнооборонительными предприятиями. На заводах создавались ударные рабочие бригады с участием в них учёных.

Учёными училища были созданы новые военные технологии:

- Противотанковое ружьё,
- Конструкция автоматической пушки с облегченным весом,
- Производство моделей для авиабомб различных калибров,

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 15 из 135

- Новая конструкция разряжателей замедленного действия,
- Скоростной метод автоматической сварки,
- Разработка ковкого чугуна,
- Приспособление к двигателям и генераторам,
- Усовершенствованная трансмиссия для новейших танков,
- Новые типы бронеплощадок,
- Новые прицелы для зенитных систем,
- Новый электросварочный аппарат,
- Новые системы приборов управления зенитной и морской артиллерией,
- Расчёт и изготовление пружин для систем вооружения.

Всего было выполнено около 200 научно-исследовательских работ оборонного назначения.

За выдающиеся научные работы в области оборонной техники 20 сотрудников училища стали лауреатами Государственной премии СССР. Многие были награждены орденами и медалями.

В тяжёлых условиях войны это был героический научный труд профессоров и преподавателей, сотрудников института: Г. А. Николаева, М. К. Кристи, М. А. Саверина, А. Н. Шелеста, Г. А. Шаумяна, Г. И. Грановского, Х. А. Арустамова, М. Ф. Никитина, И. Л. Тер-Маркаряна, К. К. Хренова, М. И. Воробьёва, И. М. Беспрозванного, М. П. Ларина, А. С. Орлина и многих других.

180 бауманцев были награждены медалью "За оборону Москвы".

В апреле 1943 г. институт вернулся в Москву. По просьбе коллектива в 1943 году 22 мая было возвращено прежнее название МВТУ.

В годы войны большой вклад в оборону внесли мастерские и завод училища, которые оставались в Москве, считались филиалом и работали как военный завод. Были созданы новые цеха. Началось изготовление противотанковых ружей и литья для мин, детали для гранат, а затем мины М-82. Была разработана новая технология их изготовления. Впервые стали отливать мины в кокиль, это увеличило их производство в 20 раз. Мастерские и завод МВТУ поставили фронту:

- Корпусов мин различных калибров 2 млн. 702 тыс.
- Стволов для стрелкового оружия около 60 тыс.
- Узлов для миномётов 3 тыс.
- Противотанковых ружей 3 тыс.

На заводе и в мастерских были созданы 22 ударные комсомольские молодёжные фронтовые бригады, в которых работали и студенты.

Начальником завода был В. Д. Швецов, главным инженером - А. В. Малкин, начальником производства - А.Я. Загородников, затем - А. М. Козлов. Мастерскими с марта 1942 г. руководил С. Н. Зиновьев.

Лучшими работниками стали мастера: Н. В. Иванов - мастер кокильного цеха, Ф. И. Железняков - плавильщик, И. Н. Бурмистров, Н. А. Никонов, стерженица Н. Анурова, работницы А. Конфеткина (Семёнова), В. Балеснина и многие другие.

С лета 1944 года оборонные заказы заводу были сокращены.

Ректором института в 1941-1943 г.г. был Сергей Сергеевич Протасов. В 1943 г. обязанности ректора выполнял Георгий Александрович Николаев. С сентября 1943 по 1947 г. ректором был Евгений Сергеевич Андреев.

После возвращения в Москву, не прекращая работу по оказанию помощи фронту, необходимо было продолжать организацию учебной и научной работы и выпуск инженеров. Срок обучения был 4 года 10 месяцев.

В Ижевске институту местными органами власти была оказана большая помощь в размещении и организации работы. Условия были тяжёлыми, но студенты учились добросовестно, оказывая помощь военным заводам и в сельхозработах. Часть студентов ушла в армию. Набор 1942-1943 уч.года составил 421 чел. В Москве работал филиал механико-технологического и артиллерийского факультетов, на них в 1942-1943 г.г. обучалось более 500 чел.

После возвращения в Москву перед МВТУ была поставлена задача готовить инженеров широкого профиля. Срок обучения устанавливался в 5,5 лет. Были введены новые специальности: котельные установки, газовые турбины, приборостроение.

В 1943-1944 уч. году число студентов составило 2732 чел., в 1944-1945 г.г. — 2853. Выпуск инженеров в 1944 г. - 426 чел., в 1945 г. - 337 чел.

Начали возвращаться фронтовики - к декабрю 1945 года - 961 чел., для них были организованы подготовительные курсы.

Продолжались научные работы. Было создано в 1943 г. студенческое научное общество им. Н. Е. Жуковского.

День Победы 9 мая 1945 г. МВТУ им. Н. Э. Баумана встретило с полностью восстановленным учебным процессом.

В память о героических и трагических днях войны в 60-е годы во дворе училища был установлен памятник бауманцам, погибшим в годы войны, создан мемориальный стенд музея МВТУ в помещении училища. В 70-х г.г. по инициативе студенческих строительных отрядов МВТУ, на их средства, на 242 км. Минского шоссе установлен памятник погибшим бауманцам в дни обороны Москвы.

1.2.6. МВТУ: от училища к университету

Развитие училища в послевоенные годы прошло ряд этапов.

В 1947 г. из ведения Министерства вооружения СССР МВТУ было передано в ведение Министерства высшего образования. Это позволяло ввести ряд новых специальностей широкого профиля.

В 1946 г. был принят новый устав. 21 декабря 1945 г. принято постановление СНК СССР "Об установлении ежегодных премий МВТУ им. Н. Э. Баумана за лучшие научные работы".

- С 1947 по 1954 г.г. ректором МВТУ был профессор Михаил Андреевич Попов.
- С 1954г. по 1959 г. ректором был Дмитрий Антонович Прокошкин.
- С 1959г. по 1964 г. -Леонид Павлович Лазарев.
- С 1964г. по 1985 г. Георгий Александрович Николаев.
- С 1985г. по 1991 г. Алексей Станиславович Елисеев.
 Под руководством этих ректоров проходили все процессы преобразования вуза.

В 1945 г. в училище были факультеты:

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 17 из 135

- механико-технологический 565 студентов;
- тепловых и гидравлических машин 526 студентов;
- точной механики 465 студентов;
- артиллерийский 297 студентов;
- танковый 289 студентов;
- боеприпасов 131 студент;

Всего 2272 студента, 40 профессоров, 80 доцентов, 157 преподавателей.

1950-е годы - первый этап преобразований в Училище. Он был вызван развитием новых направлений в науке и технике: атомная энергетика, создание ракетной техники, радиоэлектроники. Весь комплекс HTP ставил задачу модернизации специальностей и систему обучения.

Эти задачи были определены в докладной записке МВТУ правительству в 1951 г. "О состоянии, перспективах развития МВТУ им. Н. Э. Баумана и об его насущных потребностях".

В 1948-1949 уч. году создаётся инженерно-физический факультет, затем инженерно-педагогический.

1948 г. основаны кафедры: "Ракетные двигатели", затем "Системы автоматического управления", "Математические машины", "Газовые турбины", "Машины и автоматы прокатного производства", факультеты боеприпасов и артиллерийский были объединены в "Механический факультет", был создан "Транспортный факультет", куда вошли «Танковый факультет», кафедры Паровозов, Тепловозов, Подъемно-транстпортных сооружений.

В 50-е годы в МВТУ развивается подготовка кадров по основам проектирования ракетных систем. В училище организованы Высшие инженерные курсы по подготовке таких специалистов. Лекции на них читали генеральные конструкторы ракет - Сергей Павлович Королёв, выпускник МВТУ, и Валентин Петрович Глушко.

В учебном процессе идёт усиление общенаучной фундаментальной подготовки.

Началось строительство новых корпусов, получено значительное число нового оборудования и приборов. В 1949 году создано первое в стране студенческое конструкторское бюро. С 1952 года стали обучаться первые иностранные студенты. В 1956 году был основан вечерний факультет.

В 1957 году были утверждены в МВТУ Министерством образования три проблемных научно-исследовательских лаборатории: "Двигатели внутреннего сгорания", "Газотурбиностроение", "Холодильные и компрессорные машины по глубокому охлаждению".

К 1955г. контингент студентов составлял 9283 человека.

В 1955 г. - в связи с 125-летием училище было награждено орденом Ленина.

В Указе Президиума Верховного Совета СССР от 12 июля 1955 г. отмечалось: "За заслуги в развитии науки и техники и подготовку квалифицированных кадров".

Второй этап преобразований прошёл в 60-80-е г.г. и также был связан с процессом развития науки, техники и новых технологий.

В 1960 г. принято Постановление Совета Министров СССР "О развитии МВТУ им. Н. Э. Баумана." Училищу были выделены средства для завершения строительства главного корпуса и организации новых кафедр.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 18 из 135

В эти годы было проведено преобразование структуры МВТУ учебного и научного процессов.

Было закрыто ряд кафедр и открыты новые:

- Оптико-электронные приборы;
- Энергетические машины и установки;
- Аэрокосмические системы;
- Стартовые ракетные комплексы;
- Лазерные технологии в машиностроении.

Были определены факультеты:

- Автоматизации и механизации;
- Конструкторско-механический;
- Машиностроение;
- Приборостроение;
- Энергомашиностроение.

Создан филиал в 1964 году в Калуге. Был введён в действие главный корпус, здание двух факультетов.

С 1956 г. развивались отраслевые факультеты при промышленных предприятиях. Началось сотрудничество МВТУ с зарубежными вузами.

Преподаватели МВТУ направлялись на работу в различные страны, а также в международные организации.

В 1962 году на базе МВТУ был проведён Международный симпозиум по проблемам высшего образования.

Огромный творческий вклад в развитие МВТУ в 60-80 г.г. был внесён ректором Г. А. Николаевым, проректорами - К. С. Колесниковым, Е. И. Бобковым, Л. М. Терещенко, председателем профкома В. М. Никитиным, деканами факультетов, заведующими кафедрами, учебным отделом, возглавлявшимся В. И. Авдеевой и многими преподавателями тех лет. Успешно шёл процесс обновления всей системы обучения в соответствии с требованиями высоких технологий.

За 1964-1985 г. было создано 8 новых кафедр, в т. ч.:

- Автоматические информационные устройства, с 1965 г.
- Биомедицинские технические системы (1978 г.).
- Оборудование и технология лазерной обработки (1981 г.) и др.

Созданы научно-учебные центры и проблемные лаборатории:

- в 1965 г. загородная учебно-лабораторная база;
- в 1971 г. НИИ "Проблемы машиностроения";
- расширилась аспирантура.

В 1980 г. Указом Президиума Верховного Совета от 28 апреля 1980 г. в связи со 150-летним юбилеем МВТУ за заслуги в развитии отечественной науки и подготовке высококвалифицированных кадров было награждено орденом Октябрьской революции.

На дневном отделении в 80-е - 90-е годы обучалось 16 тыс. студентов, с вечерним - 24 тысячи, подготовка велась по 40 специальностям.

На 83 кафедрах работало более 2 тыс. преподавателей, в их числе 12 академиков и членов-корреспондентов АН СССР, более 200 профессоров, докторов наук, 1200 кандидатов наук и доцентов. Вместе с сотрудниками - более 30 тыс.

В 70-е г.г. были созданы факультеты общетехнический (12 кафедр) и общественных наук (4 кафедры) для координации учебной, научной и воспитательной работы кафедр.

Калужский филиал (16 кафедр) готовил инженеров по 7 специальностям.

Действовало 12 специализированных учёных советов (докторских) и 16 по защите кандидатских диссертаций.

Фундаментальная библиотека насчитывала более 2 млн. книг. С 1967 г. начали работать музей истории МВТУ и постоянная научно-техническая выставка. Издавались научные журналы, газета "Бауманец".

Успешно работал Дом культуры. Работали факультеты повышения квалификации преподавателей вузов, работников промышленности и инженерных кадров.

Было создано учебно-методическое управление, велась разработка научной организации учебного процесса.

Третий этап реорганизации - это период 1985-1989 г.г., подготовка к преобразованию в технический университет.

Период 1985-1989 г.г. и последующие этапы был сложным временем перемен в жизни страны. Начало перестройки, переход к рыночной экономике, всесторонним преобразованиям, отказ от идей, определявших развитие страны более 70 лет, распад СССР, изменения международной обстановки - всё это тяжело и сложно отражалось в работе всей системы высшей школы.

Происходили изменения и в международной системе образования. С учётом этих изменений начались и структурные преобразования в МВТУ. По инициативе ректора А. С. Елисеева 17 апреля 1987 г. было принято совместное постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР (№ 452) об организации на базе МВТУ учебного заведения нового типа по подготовке специалистов на принципах фундаментального университетского и инженерно-технического образования.

Структура училища была радикально изменена. Основным структурным подразделением стал научно-учебный комплекс (НУК), включающий факультет и научноисследовательский институт.

Было создано 7 НУКов:

- «Материалы и технологические процессы» (включает в себя одноименный факультет и НИИ конструкционных материалов и технологических процессов);
- «Информатика и системы управления» (включает одноименный факультет и НИИ информатики и систем управления);
- «Радиоэлектроника и лазерная техника» (включает факультет и одноименный НИИ);
- «Робототехника и комплексная автоматизация» (включает одноименный факультет и НИИ автоматизации производственных процессов);
- «Энергомашиностроение» (включает одноименный факультет и НИИ энергетического машиностроения);
- «Специальное машиностроение» (включает одноименный факультет и НИИ);

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 20 из 135

 «Фундаментальные науки» (включает одноименный факультет и НИИ прикладной математики и механики).

Было создано 15 новых классов вычислительной техники, организовано 5 новых кафедр, межотраслевой институт повышения квалификации, в 1989-1997 г.г. работало объединение "МГТУ - Фесто дидактик" по обучению специалистов предприятий.

В 1987 г. на базе факультета приборостроения были созданы факультеты: информатики систем управления и радиоэлектроники и лазерной техники. За эти годы значительно расширились международные связи. В связи с новыми задачами Государственный комитет СССР по народному образованию приказом № 617 от 27 июля 1989 г. преобразовал Московское высшее техническое училище в Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. МГТУ стал первым техническим университетом в России. (Сейчас их более 100). Это было не просто изменение названия. Необходимо было разрабатывать принципиально новый статус учебного заведения.

1.2.7. Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана - первый технический университет, созданный в России.

В 1991 г. была введена система выборности ректоров. В апреле 1991 г. ректором МГТУ был избран доктор технических наук, профессор Игорь Борисович Фёдоров, выпускник 1963 г. С начала его работы ректором и начался практический этап преобразования училища в технический университет.

В крайне сложных социально-экономических условиях под руководством ректора началась разработка концепции дальнейшего развития университета.

В 1992 г. по инициативе МГТУ в России создана Ассоциация технических университетов, президентом которой избран ректор МГТУ И. Б. Фёдоров. (Объединяет более 100 ведущих технических вузов). Ректор МГТУ является также председателем совета ректоров вузов Москвы и области.

Перед коллективом МГТУ встали задачи:

- определение самой концепции обучения в техническом университете,
- -усиление фундаментальной, научной, гуманитарной подготовки, укрепления связи образования с наукой,
- -укрепление связей с образовательной системой ведущих стран и рекомендациями международных организаций.

Такая концепция новой образовательной системы основ технического университетского образования была разработана под непосредственным руководством ректора, и в 1999 г. И. Б. Фёдорову присуждена премия президента РФ в области образования за создание и реализацию в вузах России концепции развития и научных основ университетского технического образования.

В 1993 г. было распоряжение правительства о дальнейшем развитии МГТУ.

В 1992, 1998, 2004 г.г. были приняты новые Уставы МГТУ.

Были введены должности проректоров по международным связям, информатизации и по экономике. В 1992 г заключен, договор о сотрудничестве с МГУ им. Ломоносова. Одним из основных направлений являлся пересмотр и совершенствование всей системы обучения и специализации в МГТУ.

Были открыты новые факультеты и кафедры.

- -1993 г. факультет "Инженерный бизнес и менеджмент" (ИБМ)
- -1998 г. факультет "Биомедицинская техника" (БМТ)
- -Отделение военной подготовки преобразовано в факультет военного обучения из 6 кафедр.
- -2004 г. созданы факультеты лингвистики и физкультурно-оздоровительный (в составе факультета ФН).

Были созданы кафедры:

- "Финансы";
- технологии обработки металлов;
- предпринимательство и внешнеэкономическая деятельность;
- информационная безопасность;
- "Менеджмент";
- медико-технические информационные системы;
- медицинский менеджмент;
- валеология;
- юриспруденция;
- защиты информации;
- промышленная логистика и др.

Создано более 12 новых специальностей, соответствующих современным проблемам науки и техники.

В структуре университета создан Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки профессиональных кадров, экспериментальный центр повышения квалификации.

Продолжает работать созданный ещё в 1934 г. образовательно-реабилитационный комплекс слабослышащих, где обучается 150 студентов.

Основное внимание коллектива было сосредоточено на переработке содержательной стороны программ обучения. Были определены принципы:

Сочетание передовых методов фундаментального университетского образования и инженерно-технического, при сохранении лучших традиций научно-педагогических школ МГТУ.

Создание образовательных комплексных программ с учётом госстандартов и специфики МГТУ.

Внедрение в учебный процесс новых образовательных информационных технологий обучения.

Усиление фундаментальной, естественнонаучной, гуманитарной, социальноэкономической, правовой подготовки с учётом новых требований развития страны и мира.

С этой целью была проведена большая учебно-методическая работа. За последние годы в МГТУ издано 83 монографии, 50 сборников научных трудов, более 500 учебников, около 3 тыс. статей. Издана новейшая серия учебников по фундаментальным и общеинженерным дисциплинам.

МГТУ участвует в выполнении ряда научно-технических программ Министерства образования и науки, активно сотрудничает с АН РФ.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 22 из 135

Активно проводится работа по новому набору более чем в 200 школах и лицеях. По инициативе ректора в Университете функционируют Российская научно-социальная программа "Шаг в будущее", программа "Космонавтика", проводятся олимпиады. Работают научные кружки и общества студентов.

Значительно расширились международные связи. В МГТУ обучается более 400 иностранных студентов и аспирантов из 15 стран. Осуществляется сотрудничество по соглашениям с зарубежными университетами, преподавательская работа за рубежом, работа в различных международных организациях, стажировки, обмен студентами, научные конференции, обмен лекторами, издание совместных учебников и научных работ, участие в работе Международного технического центра.

Около 200 студентов и аспирантов МГТУ проходят обучение в ряде университетов США и Европы.

МГТУ активно участвует в работе международных ассоциаций университетов, в международной сети сотрудничества 50 университетов Европы и Азии из 15 стран.

В 1997 году МГТУ принят в ассоциацию инженерных университетов Европы (TIME), что означает международное признание нашего диплома.

МГТУ осуществляет также сотрудничество с зарубежными странами на продажу различных приборов и устройств, выполняется ежегодно около 15 научно- технических контрактов.

С 1993 г. МГТУ участвует в учебно-методических и научных программах Европейских образовательных сообществ.

МГТУ имеет прямые договора о сотрудничестве с 70 зарубежными Университетами из 30 стран.

1.3. МГТУ им. Н.Э.Баумана: опыт, традиции и инновации в подготовке инженерных и научных кадров

Очевидно, что инженерное образование нуждается в реформировании. Однако нельзя забывать, что формируемые на протяжении столетий системы национального образования уникальны. Так, высшее профессиональное образование России по многим направлениям является конкурентоспособным, одним из главных его достоинств считается фундаментальность, системность, мировоззренческая панорамность, практическая направленность.

Большинство проблем высшей школы давно обозначены, очевидны, постоянно и активно обсуждаются в университетском сообществе. в обобщенном виде это - вопросы оптимизации сети учебных заведений, организационно-управленческие и финансовые механизмы деятельности вузов. Принципиальное значение имеют вопросы непрерывного качества образования и подготовки специалистов различного уровня, реально востребованных рынком труда, вопросы структуры И содержания высшего профессионального образования, внедрение новых образовательных технологий. Острые проблемы в проведении научных исследований: недостаточна эффективность инновационной деятельности, разрыв между «теорией и практикой», когда многие научнотеоретические, инновационные разработки не востребованы и не доводятся до внедрения и коммерческого использования, слабая научно-лабораторная база, не развитая инфраструктура вузов и т.д.

Как известно, основной мировой тенденцией развития современного общества является переход от парадигмы сырьевой и индустриальной экономики к парадигме «новой экономики», также называемой «экономикой знаний», «экономикой, построенной на знаниях» (knowledge based economy) или инновационной экономикой.

Приоритет при этом отдается развитию высоких технологий, научным исследованиям, созданию технических университетов мирового уровня, возведению инженерной профессии и труда в разряд самых престижных и высокооплачиваемых.

история Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана - отражение этапов развития инженерного образования в России, а конкретные примеры его деятельности - по существу апробированные временем, реальные и возможные пути разрешения многосложных проблем подготовки инженерных и научных кадров, развития университетского технического образования, передовой учебнообразовательной практики.

Неоспоримы огромный опыт и качество подготовки инженерных и научных кадров, результативность научно-исследовательских работ и инновационной деятельности, практика и тесное взаимодействие высших учебных заведений с ведущими промышленными предприятиями и научными организациями высокотехнологического комплекса, аналитические исследования и разработки по проблемам профессионального образования. Все это во многом определяет ориентиры, критерии и целевые показатели деятельности для вузов инженерного профиля страны.

Исторически и по настоящее время МГТУ им. Н.Э. Баумана развивается и позиционирует себя как вуз, дающий образование и проводящий научные исследования

по широкому спектру направлений, относящихся к новейшим, приоритетным направлениям науки и техники.

Наш университет - один из старейших инженерных вузов России, он ведет свою историю с 1 июля 1830 года, когда по указу императора Николая I было организовано Московское ремесленное учебное заведение для подготовки «искусных мастеров с теоретическими, служащими к усовершенствованию ремесел и фабричных работ, сведениями». В 1868 году оно преобразуется в Императорское Московское техническое училище и получает статус высшего учебного заведения.

Во всем мире получила признание система обучения будущих инженеров. Так называемый «русский метод обучения ремеслам» стал широко известен, особенно после его демонстрации на Всемирной выставке в Вене (1873), где он был удостоен Большой золотой медали.

МГТУ им. Н.Э. Баумана является первым из технических вузов страны, получившим статус технического университета в 1989 году.

Сегодня Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана - национальный исследовательский университет техники и технологий. Эта категория установлена распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2009 года.

Главным принципом обучения специалистов в МГТУ им. Н.Э. Баумана является «образование через науку», в основе которого - лучшие традиции российской инженерной школы, глубокие знания фундаментальных наук, профессиональная и практическая подготовка.

именно внимание к фундаментальным знаниям позволило училищу создать уникальную научно-методическую школу, стать подлинно элитным техническим университетом. здесь вели научно-педагогическую деятельность известные ученые, ставшие основоположниками научных школ, получивших мировое признание. в университете работали и учились видные государственные деятели, руководители предприятий и научных организаций, конструкторы и ведущие специалисты в области машиностроения, ракетно-космической техники, радиоэлектроники и приборостроения, автоматики, оборонной промышленности.

Качество подготовки специалистов в вузе определяется образовательными стандартами и программами. МГТУ им. н.Э. Баумана предоставлено право работать по самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартам и требованиям. в настоящее время в университете разработаны новые, во многом уникальные программы, конкурентоспособные и отвечающие современным тенденциям инновационного экономического развития страны. значительная вариативность программ, возможности диверсификации образовательных траекторий и сроков их завершения создают хорошие предпосылки для удовлетворения широких запросов по отношению к разнообразию профессиональной ориентации и уровням подготовки выпускников вуза.

инженерные знания быстро стареют и универсализм современного специалиста заключается не в объеме полученных знаний и навыков. система знаний такого инженера заключается в прочном естественнонаучном, математическом и мировоззренческом фундаменте знаний, широте междисциплинарных системно-интегративных знаний о природе, обществе, мышлении, а также высоком уровне общепрофессиональных и

специально-профессиональных знаний, обеспечивающих деятельность в проблемных ситуациях.

формирования Для решения задач модернизации российской экономики, национальной необходимы высококвалифицированные инновационной системы, специалисты различного уровня (бакалавры, магистры, инженеры), конкурентоспособные, готовые к творческой и инициативной деятельности, способные комплексно сочетать исследовательскую, проектную и предпринимательскую деятельность. Что касается претензий работодателей к выпускникам технических вузов, то проблема заключается в том что современной промышленности: КБ, НИИ, опытным предприятиям требуются инженеры-разработчики - высококвалифицированные специалисты, способные создавать новые технологии и технику, а на конкретное производство - инженеры-эксплуатационники.

все образовательные программы университета системно обеспечены необходимыми ресурсами, включающими соответствующую организацию обучения и управление этим процессом, методическое, материальное и кадровое обеспечение, учебники и учебные пособия, компьютерные классы и современные лаборатории, обязательное участие студентов в научно-исследовательской работе, все виды практик на ведущих предприятиях и в научных организациях сферы высоких технологий.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана интенсивно ведется направленная работа по созданию уникальной научно-образовательной среды, нацеленной на выполнение задач, стоящих перед исследовательским университетом, и способной формировать научно-инженерную элиту.

Инжиниринговый научно-образовательный центр «Новые материалы, композиты и нанотехнологии», имеющий возможность выполнения работ по принципу «замкнутого цикла»: от разработки новых материалов и технологий, их переработки до проектирования и производства изделий и конструкций. Центр объединил в себе научные и инженерные знания МГТУ им. Н.Э. Баумана с опытом прикладных исследований и производственных возможностей ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» - ГНЦ РФ.

В апреле 2012 года в МГТУ им. Н.Э. Баумана состоялось открытие Научнообразовательного центра «Фотоника и ИК-техника». В открытии приняли участие Президент России Дмитрий Медведев, представители РАН и ведущих научноисследовательских институтов России, США, известные ученые. Центр позволит создать в России научно-инженерную школу мирового уровня в области оптоэлектроники. Научное руководство этим центром осуществляют выдающиеся ученые в области исследования полупроводниковых структур - профессор университета Айзу (Япония) Виктор Рыжий и академик РАН, заведующий кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана Владислав Пустовойт.

Оптимизируется и совершенствуется структура Университета. Основной структурной единицей университета является научно-учебный комплекс (НУК), состоящий из факультетов и научно-исследовательских институтов, представляющий собой объединенный научно-образовательный центр по направлению своей деятельности. Это позволяет, во-первых, интегрировать учебный процесс и научную деятельность и, вовторых, обеспечить междисциплинарность проводимых исследований, потребность в

которой возникает практически повсеместно при проведении современных поисковых и прикладных научных работ, имеющих, как правило, комплексный характер.

Тесную связь Университета с наукой и промышленностью обеспечивают филиалы кафедр, созданные на предприятиях и в научных организациях. В структуре НУК имеются также отраслевые или корпоративные факультеты, непосредственно работающие на ведущих предприятиях космической и оборонной сфер - в ОАО «Концерн ПВО «Алмаз - Антей», РКК «Энергия» имени С.П. Королева (г. Королев), НПО «Машиностроение» (г. Реутов), ФНПЦ ОАО «Красногорский завод имени С.А. Зверева», ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры», ФГУП «Московский завод электромеханической аппаратуры». На этих фирмах созданы все условия для полноценной подготовки студентов (учебные кабинеты, научные лаборатории), которые проходят там полный курс очного обучения и там же ведут свою научную работу [3].

Перед МГТУ им. Н.Э. Баумана стоит задача не только сохранить и не утратить позиции лидера, но и достичь качественно нового уровня по всем направлениям деятельности. С этой целью разработана и реализуется Программа развития МГТУ им. Н.Э. Баумана как национального исследовательского университета техники и технологий и можно говорить о реальных результатах.

Эффективность использования научного, интеллектуального потенциала вуза - это научно-технической и инновационной деятельности, инновационных продуктов, их внедрение. Связь вузовской науки и производства наиболее ярко проявляется в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах по заказам предприятий. За последние годы на основе проводимых исследований учеными Университета уже получены результаты, имеющие важное значение для экономики страны. В качестве примеров можно отметить создание и внедрение комплексных систем оценки состояния и надежности сложных технических систем (таких как атомные электростанции, объекты на космодромах, крупные системы газопроводов и др.), определение их остаточного ресурса. Ведется разработка комплекса робототехнических систем: мобильных роботов, предназначенных для работы в экстремальных условиях (в том числе для борьбы с терроризмом и ликвидации последствий техногенных катастроф и чрезвычайных ситуаций), уникальных глубоководных аппаратов для выполнения специальных подводных работ. создано медицинское и биомедицинское оборудование, оборудование для использования молекулярно-генетических методов исследования в биотехнологии и биоинженерии. Разработаны и внедрены радиоэлектронные и оптикоэлектронные приборы и устройства нового поколения, зачастую не имеющие аналогов по своим характеристикам и т.д. ведутся исследования в области инженерии нанотехнологии. Это результат деятельности известных научных школ университета.

Наука в вузе всегда отводилась особо значимая роль как необходимой составляющей качественного образовательного процесса.

Основными задачами вуза в научной деятельности всегда являлись:

- повышение качества подготовки специалистов на основе активного использования результатов научных исследований в учебном процессе и широкого привлечения студентов к их выполнению;
- формирование и развитие научно-педагогических школ и подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации;

- опережающее развитие фундаментальных исследований, прикладных и опытноконструкторских работ как основы для создания и освоения новых технологий;
- освоение, развитие и использование инновационных проектов с целью ускоренного формирования рынка наукоемкой научно-технической продукции и интеллектуальной собственности;
- развитие международного научно-технического сотрудничества, ведение активной внешнеэкономической деятельности с целью закрепления и расширения позиций научного коллектива вуза в мировом научном сообществе;
- защита интеллектуальной собственности и авторских прав исследователей и разработчиков, создание условий для выхода научных коллективов на мировой рынок высокотехнологической продукции. Одной из главных задач сохранения и развития научно-педагогического потенциала является создание условий для привлечения и закрепления талантливой молодежи в сфере науки, технологий и образования.

В настоящее время вузы, готовящие кадры для сферы высоких технологий и оборонно-промышленного комплекса, имеют проблемы с набором молодежи на ранее престижные оборонные специальности. значительная часть поступающих в вузы по направлениям инновационного развития плохо подготовлены к обучению, многие выпускники не связывают свою работу с той специальностью, которую получают в учебных заведениях.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана реализуется уникальный метод поддержки и развития научной работы с молодежью и школьниками, создаются условия для полноценного развития и воспитания творческой индивидуальности личности, поэтапного формирования профессиональных компетенций, образования через всю жизнь. Много лет успешно реализуется самая масштабная в России научно-социальная программа «Шаг в будущее», цель которой - создание школьникам условий для качественного завершения среднего образования, подготовки к поступлению в университет и адаптации к последующему обучению, отбор и привлечение талантливой, наиболее подготовленной и профориентированной молодежи. Проблем с работой у выпускников МГТУ им. Н.Э.Баумана нет, и наш диплом не нуждается за рубежом в подтверждении. Поэтому бауманцы легко находят работу в любой стране, они очень популярны в Германии - стране с великолепным техническим образованием.

Докторантура и аспирантура являются основными формами подготовки научно-педагогических и научных кадров. Сейчас особый смысл приобретает такое понятие, как философия подготовки научных кадров, отбор лучших студентов и ориентация их на научно-исследовательскую, педагогическую работу. Не секрет, что по данным социологических опросов среди причин, по которым многие аспиранты не изъявляют желания работать в качестве ученого, преподавателя, доминируют такие как низкая оплата труда; отсутствие в вузах современной материальной базы, необходимой для проведения научных исследований; чрезмерная забюрократизированность организации научной работы; низкий престиж научно-педагогической работы. (Современный инженер, научный работник все чаще оказывается перед проблемой полноценной реализации своего потенциала и решения своих социально-экономических вопросов, перед значительными трудностями в проведении исследований и т.д.).

Можно отметить положительные тенденции в этой работе. В Университете заинтересованно работают более 300 молодых, талантливых преподавателей, тех, кто

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 28 из 135

связывают свою жизнь с МГТУ им. Н.Э. Баумана, помнят и продолжают традиции научно-педагогических школ.

Надо сказать, что научные школы МГТУ им. Н.Э. Баумана стали основой для создания почти 30 высших учебных заведений, военных академий, отраслевых научных институтов. Все они при рождении получили от МГТУ мощный начальный импульс, что позволило им в кратчайший срок стать ведущими научными и образовательными центрами страны.

Мы часто повторяем слова о прошлых успехах российского образования.

Задачи подготовки нового инженерного корпуса ставятся не впервые, соответствуя новому этапу развития страны.

Достаточно обратиться к нашей истории. В.И. Гриневецкий, первый ректор Московского высшего технического училища, в докладе собранию Политехнического Общества 17 января 1915 года «О реформе инженерного образования», осмысливая причины отставания русской технической мысли, отмечая самые актуальные проблемы того времени, связанные с перспективами развития инженерного образования, внес предложения по исправлению этого положения. Он был убежден, что «...развитие инженерного образования должно идти в двух направлениях. С одной стороны, должна расти специализация преподавания, с другой - должно усиливаться взаимодействие и тесное сотрудничество различных специальностей».

Нельзя не признать насколько точно и, можно сказать, «по современному» были даны оценки и сформулированы задачи совершенствования инженерного образования, отвечающего развитию экономики России того времени.

Конечно, в настоящее время подходы к решению обозначенных проблем совершенно иные. Однако в полной мере они базируются на традициях и современной практике инженерного образования.

Новые задачи требуют наличия педагогических кадров нового поколения, предъявляют высокие требования к личности преподавателя, его компетентности, профессионально-педагогической культуре, научным знаниям. По существу, речь идет о перестройке научно-педагогической деятельности преподавательского корпуса. у нас две основные проблемы преподавательских кадров, научных работников: возрастная (высокий средний возраст) и профессиональная. совершенно очевидна необходимость реального включения преподавателей в исследовательскую и инновационную деятельность, и это должно быть приоритетом. Освоение новых курсов и дисциплин, методологии и технологий обучения требует новых мотиваций, знаний, умений и навыков. в этом плане сформирована стройная система, обеспечивающая систематическое повышение квалификации наших преподавателей, обмен опытом методологической работы, ее совершенствование, освоение специфических методов инженерной педагогики, изучение международного опыта.

Задачи формирования университетов мирового уровня, которые ставятся перед ведущими университетами России, в том числе и МГТУ им. н.Э. Баумана, сложны и многогранны. Такой университет характеризуется совокупностью уникальных качеств, в том числе обладает высоким авторитетом и международной репутацией в области подготовки кадров, проведения научных исследований, формирования инновационных идей, обеспечивает высококачественные и благоприятные условия для обучения и проведения исследований (современные здания и оборудование) и т.д. Для достижения

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 29 из 135

этих показателей необходимо время и значительные качественные изменения в системе университетского образования, его структурировании, совершенствовании управления, финансовом обеспечении.

Научно-педагогическая общественность с определенным беспокойством ожидает шаги государственных органов по реорганизации образовательных учреждений. Реорганизация вузов происходит в силу объективных обстоятельств, связанных с демографическим спадом, структурными изменениями в экономике страны. Конечной целью объединения вузов должно стать повышение качества подготовки студентов за счет интеграции финансовых, материально-технических и интеллектуальных ресурсов. надеемся, что неизбежная реорганизация «неэффективных» вузов будет осуществляться взвешенно и осторожно, и при этом будут тщательно просчитываться возможные риски и негативные последствия. Простое объединение и укрупнение образовательных учреждений, искусственное ограничение государственной поддержки вузов зависимости от установленной их приоритетности, может нанести ущерб делу образования, привести к невосполнимой потере уникальных педагогических коллективов, научных школ. Нужны четкие критерии оценки работы высших учебных заведений по различным направлениям деятельности, отработанные принципы реорганизации вузов, широкое обсуждение этих вопросов всеми заинтересованными сторонами.

Концепция развития российского инженерного образования во многом определена, но она требует непрерывного совершенствования, адаптации к новым социальноэкономическим условиям, к потребностям общества. Эта задача стоит перед всеми вузами.

Все изложенное выше вовсе не означает, что в Университете нет проблем, его деятельность полностью соответствует самым современным требованиям. Развитие МГТУ им. Н.Э. Баумана мы связываем с тем запасом прочности и, прежде всего, с историческим опытом, традициями, интеллектуальным потенциалом, благодаря которому удерживаем одни из передовых позиций в российской высшей технической школе.

2. «Русский метод» - вектор современности

В 1868 г. был утвержден Устав, в первом параграфе которого было сказано: "Императорское Московское техническое училище есть высшее специальное учебное заведение, имеющее главной целью образовывать механиков-строителей, инженеровмехаников и инженеров-технологов". Все должны были изучать "специальные научные предметы", при этом механики-строители обязаны были в продолжение трех лет заниматься практикой построения машин в мастерских, инженеры-механики иметь однудве практики в мастерских, а инженеры-технологи столько же практик в лабораториях. Представившие после окончания курса самостоятельный проект или другой труд получали к своему званию почетный эпитет "ученый".

Первыми кафедрами в училище были кафедры высшей математики, общей механики, общей и прикладной физики, построения машин, строительного искусства, технологии волокнистых веществ, общей химии, химической технологии. Их возглавляли профессора. в основном пришедшие в училище из Московского университета: Ф.Е.Орлов, А.В.Летников. А.С. Владимирский и др., что обеспечивало университетский уровень подготовки на этих кафедрах.

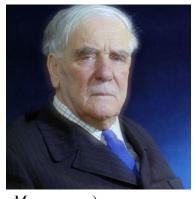
Но не только это выдвинуло Императорское Московское техническое училище в ряд ведущих политехнических школ Европы. Во всем мире получила признание стройная система обучения ремеслу будущих инженеров ИМТУ. Так называемый "русский метод обучения ремеслам" стал широко известен, особенно после его о демонстрации на Всемирной выставке в Вене (1873), где он был удостоен Большой золотой медали. Система отличалась своей продуманностью, многоступенчатостью обучения в каждой мастерской: все работы подвергались научному анализу: мастер должен был быть абсолютным авторитетом в своем деле, уметь увидеть ошибку ученика и объяснить ее: все мастерские должны были быть оснащены необходимыми инструментами, снабжены наглядными пособиями, чертежами изделий, инструкциями по обращению инструментами: на стене должен был висеть ежедневный план работы.

Основную работу по созданию этой системы проделал ученый мастер Д.К.Советкин, окончивший Ремесленное учебное заведение, а затем ставший заведующим слесарной мастерской. Его метод - это научный анализ производственного процесса, обучающий разумному расходованию времени и сил (созданный задолго до Тейлора, считающегося основоположником научной организации труда».

После ряда всемирных выставок, на которых пропагандировался метод подготовки инженеров в ИМТУ, его стали называть "русским методом" и применять в разных странах. Президент знаменитого Массачусетсского технологического института Дж. Рункель (G. Runckle), получив сделанную специально по просьбе американцев коллекцию моделей для обучения инженеров по русскому методу", в восторге написал директору ИМТУ Н.К.Делла-Восу: "За Россией признан полный успех в решении столь важной задачи технического образования... В Америке после этого никакая иная система не будет употребляться". Им же была издана небольшая брошюра "Русский метод обучения ремеслам инженеров и механиков" (The Russian system of shop-work instruction for Engineers and machinists), один экземпляр которой был прислан в императорскую канцелярию.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 31 из 135

2.1. «Русский метод»: вектор современности



В одном из писем выдающегося русского физика Петра Леонидовича Капицы есть такие слова:

«Мы, по-видимому, мало представляем себе, какой большой кладезь творческого таланта всегда был в нашей инженерной мысли ... Обычно мешали нашей технической пионерной работе развиваться и влиять на мировую технику организационные недостатки... Один из главных - это недооценка своих и переоценка заграничных сил. Ясно чувствуется, что сейчас нам надо усиленным образом подымать нашу собственную оригинальную технику. Мы должны делать по-своему и атомную бомбу, и реактивный двигатель, и интенсификацию кислородом, и многое другое. Успешно мы можем это делать только тогда, когда будем верить в талант нашего инженера и ученого, и уважать его, и когда мы, наконец, поймем, что творческий потенциал нашего народа не меньше, а даже больше других, и на него мы можем смело положиться. Что это так, по-видимому, доказывается и тем, что за все эти столетия нас никто не сумел проглотить».

Я - инженер! В современном, насквозь технизированном мире так ответить на вопрос о своей профессии могут сотни тысяч людей. И число их непрерывно растет. Взрывной рост подготовки специалистов с инженерным образованием практически во всех странах мира - это ответ на вызовы времени. Состояние планеты, цивилизационные тренды, характеристики нового технологического уклада, в основе которого - высокие технологии, требуют все больших расходов на науку и технику. И подготовки специалистов адекватного уровня.

Именно это вызывает серьезную озабоченность и университетских интеллектуалов, и экспертов, оценивающих перспективы в прогнозах общества будущего, и молодого поколения, только стоящего на пороге выбора своей профессиональной судьбы.

У инженерных вузов сегодня нет выбора. Они должны уметь решать самые острые и сложные проблемы, которые ставит перед ними эпоха. И при этом не оторваться от корней, от той почвы, которая одна только и питает, и вдохновляет.

У каждого университета свой проект развития, свое видение пути, свой алгоритм движения. Наш Университет - особый. Мы во многом были первыми: первое Московское ремесленное учебное заведение, отделившееся от Императорского Воспитательного дома, первое Императорское Московское техническое училище, преемником которого явилось МВТУ им. Н.Э. Баумана, первый в стране технический университет - МГТУ им. Н.Э. Баумана. А уж сколько идей, научных и инженерных направлений, оформившихся впо-

следствии в школы, ставших стартом для новых, революционных волн научнотехнического прогресса!

Галереи великих имен, связанных с нашим учебным заведением, хватило бы на десятки других вузов: множество знаменитых инженеров, конструкторов, ученых, творцов новейшей техники, государственных деятелей, возглавлявших оборонную промышленность, ракетно-космическую и авиационную отрасли, ядерную программу. Не менее важно для учебного заведения и то, что именно здесь сложилась выдающаяся научно-педагогическая школа, прославившаяся уникальными подходами к подготовке инженерных кадров.

Невозможно оспорить тот факт, что история России последних двух веков, ее промышленного, индустриального развития переплетена с историей нашего вуза, именами его инженеров, ученых, преподавателей. И, конечно, выпускников. Особенно страницы военного лихолетья, создание оборонного щита, выход на принципиально новые конструкторские решения.



Анатолий Александров:

«Русский метод» - не просто наша «музейная» история. Это - принцип, ценность которого - в возможности наполнения его новыми образовательными технологиями, учебным и программами, обеспечивающими непрерывную модернизацию учебного процесса на основе последних научных достижений, современным оборудованием для прорывных исследований, программными средствами, методиками проектирования и проведения исследований. Разумеется, каждый новый виток истории требует форм. Мы полагаем, что такой формой, максимально отвечающей современной инфраструктуре общества знаний, выступают междисциплинарные научно-образовательные, инженерные и инжиниринговые центры.

Так случилось, и это обусловлено было всем контекстом социальноэкономического и промышленного развития России в XIX веке, что именно в стенах Императорского технического училища, в Слободском дворце, в 1832 г. организуются мастерские и обучение в них, ставшее основой особой системы подготовки технических специалистов. Эта система неоднократно получала награды на всемирных выставках в Вене, Филадельфии, Париже. На выставке 1878 г. в Париже «систематический метод преподавания механических искусств учебных мастерских Московского Императорского технического училища» был удостоен высшей награды - «Гран-при». Он получил признание в лучшем американском инженерном вузе - Массачусетском технологическом институте, а позже и во многих других технических университетах мира. За уникальным методом, так непохожим на то, что было распространено и известно в учебных заведениях Европы и США, утвердилось тогда название «русский метод обучения ремеслам».

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 33 из 135

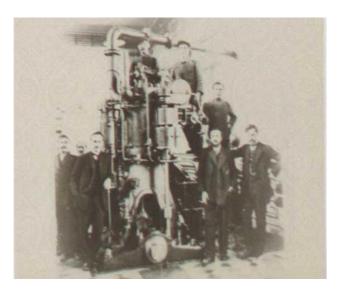
«Русский метод» реализуется в техническом вузе на основе единства инженерного дела, освоения фундаментального содержания технологических процессов и воплощения полученных знаний на практике. Это универсальный подход к подготовке инженеров вне зависимости от технологического уклада - о «ремеслах» ли идет речь, или о высоких технологиях. Вот почему мы считаем, что его принципы, его актуальность - не достояние лишь славного исторического прошлого, а тот подход, который и сегодня демонстрирует свою эффективность в подготовке инженеров.

«Секрет» этого метода - в определенном балансе теоретической и практической составляющих подготовки учащихся, оптимальном сочетании фундаментальных естественнонаучных и математических, общеинженерных и специальных дисциплин. Все эти составляющие содержательно иные: изменилась техника, сформировалась новая социально-техническая реальность, произошла когнитивная трансформация. XXI век принес в инженерию то. что могло казаться лишь фантастикой еще совсем недавно. Однако ценность «русского метода» (что можно проследить в истории ИМТУ-МВТУ-МГТУ им. Н. Э. Баумана) - в его возможностях отвечать изменяющимся реалиям. Не только мы сами понимаем это, но и те, кто стремится получить здесь образование.

«Murocmubaŭ Tocygapo! Bee nou nransı omnocumerono blegenus y nac pyccuoù cuemensi npenogabanus b nacmepenux braru

npenogabanua b macmepenux sturu npunamu, u noboe empoenue bozbogumea b nacmoanue bpema gra amoŭ ueru.

Bu mosseme bumo ybepens, rmo bama cucmena bygem bbegena bo bcex mexnurecuux muorax nameñ



страны, как тогько ее увидят в применении в нашем институте.

Я вас похорнейте прошу придти к нам на помощь всеми вашими сигами отпосительно присыгки образцов. Колгекции эти будут осмотрены всеми школами Соединенных Штатов Америки.

Имею гесть препроводить вам несколько пегатных экземпляров прибавлений и моему докладу о русской шкале преподавания практики в учебных мастерских.

С великой благодарностью и вам за произведенный большой переворот, имею честь быть покорнейшим слугой».

Из письма директора бостонского технологического института, профессора Джона Рункла директору ИМТУ Виктору Карловичу Делла-Восу

Существует немало документальных источников, свидетельствующих о том, что такой баланс - а он на разных этапах технологического развития свой - был предметом внимания руководства и профессуры учебного заведения на протяжении всех лет его существования. Этот баланс поддерживался и особой структурой, особым устройством технического училища. где наряду с кафедрами всегда существовала крепкая и динамичная материальная база лабораторий и мастерских как связующих звеньев между обучением и промышленностью. учебным заведением и наукой. И это не были «чисто учебные» лаборатории и мастерские, как это практиковалось в моделях европейских инженерных школ. Здесь решались реальные задачи, поставленные перед учеными и инженерами училища заводами, фабриками, предприятиями. Так выстраивался мост в общество, где выпускник обретал себя и как личность, и как профессионал.

Мы хотели бы подчеркнуть, что Научно-образовательные центры создаются не на пустом месте. Центр - современная, гибкая, мобильная структура, требующая немалых ресурсных затрат. Здесь нельзя ошибиться. Поэтому ведется огромная подготовительная работа. Прежде всего, оцениваются перспективы развития направления в целом, возможности с точки зрения научного и кадрового багажа, накопленного в МГТУ. Однако внутренних ресурсов для успеха недостаточно. Надо иметь партнеров в промышленности и внешней научной среде. Понимать, кто станет заказчиком и потребителем выпускаемой центром продукции. Разумеется, использовать контакты с успешными выпускниками, готовыми помогать своей Alma-mater, сотрудничать с Университетом.

В этом тоже есть некая преемственность с историческим прошлым МГТУ. В самом конце XIX века, когда Императорское техническое училище практически перестало финансироваться Министерством народного просвещения и его материальная база и развитие в целом оказались под угрозой, руководство нашло поддержку в лице крупных промышленников, понимавших, что выгоднее вложить капитальные средства в подготовку своих инженерных кадров, чем выписывать их из-за границы. И тогда на привлеченные в училище частные пожертвования оборудуются новые лаборатории, давшие импульс исследованиям ученых, имена которых хорошо известны: профессор В. И. Гриневецкий, К. В. Кирш, И. К. Пафнутьев, И. И. Куколевский и многие другие.

Для имиджа любого университета важна дальнейшая судьба выпускников - как они будут востребованы в промышленности, науке, других сферах жизни страны. Выпускники Императорского технического училища, их судьбы - свидетельство того, что «русский метод» невозможно переоценить. Практически вся инженерная элита России дореволюционного, да и в значительной мере послереволюционного периода - это питомцы ИМТУ. Чего стоит один В. Г. Шухов, проявивший себя практически во всех видах инженерной деятельности своего времени - от гражданских проектов (гиперболоидные радио- и водонапорные башни, сетчатые перекрытия общественных зданий, нефтеналивные баржи и резервуары, крекинг-процесс производства бензина и

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 35 из 135

т.п.) до военных. Когда Россия вступила в Первую мировую войну, то В. Г. Шухов принял участие в разработке морских мин, платформ для тяжелых орудий и батопортов морских доков.

Анатолий Александров:

Комплекс новых научных центров - это не простая совокупность хорошо оснащенных дорогостоящим оборудованием лабораторий, это новая парадигма современного инженерного образования, подготовки элитных инженеров-разработчи- ков, инженеровисследователей в МП У им. Н. Э. Баумана. Парадигма, выросшая из «русского метода», развитая в новых социально-экономических и политических условиях, при новых темпах развития науки и технологий. Создание таких научно-образовательных центров продолжает линию построения связи «наука - образование - производство». Это отчетливо понимали в позапрошлом веке, и это тем более аксиома в век высокотехнологичного производства, базирующегося на последних, быстро обновляющихся достижениях науки, в том числе фундаментальной.

Но и позже, в эпоху начала освоения космоса, наша школа проявляла себя. Из шести членов первого состава Совета главных конструкторов, «великолепной шестерки», трое - выпускники МВТУ: С. П. Королев, В.П. Бармин, Н.А. Пилюгин. Возглавлял Совет С. П. Королев, объединивший действия ученых и конструкторов для достижения единой цели - создания баллистических, а затем и космических ракет. В 1952 г. состав Совета был расширен, и из трех его новых членов судьба двух также была связана с МВТУ: В. А. Котельникова. который учился в МВТУ, но получил в 1930 г. диплом МЭИ. образованного в этом же году на базе электротехнического факультета МВТУ им. И. Э. Баумана, и А. Ф. Богомолова, окончившего МЭИ, но преподававшего на Высших инженерных курсах в МВТУ. К этой же плеяде конструкторов ракетно-космической техники примыкает и В. И. Челомей, окончивший Киевский авиационный институт, но с 1952 года и до конца своих дней работавший в МВТУ и создавший сильную инженерную школу.

Традиция подготовки специалистов высокой пробы не прерывалась и на последующих этапах. Десятки выпускников МВТУ-МГТУ им. Н.Э. Баумана, занятых в самых разных сферах жизни общества, получив крепкую закалку и глубокие знания, становятся успешными профессионалами.

Что сегодняшний работодатель сможет предложить элитным специалистам? Это уже зависит не только от субъективных его, работодателя, возможностей, но и от состояния и темпов роста экономики, развития страны в целом. Жаль, если наши эксклюзивные выпускники окажутся невостребованными в своем Отечестве. И почему бы западным университетам и научным инжиниринговым фирмам не брать на работу образованных молодых специалистов со знанием иностранного языка и международным опытом? Тем более, что диплом МГТУ не нуждается в подтверждении. Поэтому бауманцы легко трудоустраиваются в любой стране. Например, выпускники МГТУ очень популярны в Германии - в стране с великолепным техническим образованием. В немецкой компании ВМW контракт при приеме на работу заключаю: на год - именно столько длится испытательный срок. Наших же выпускников принимают без испытательного срока.

Вот почему - и это постоянно звучит в выступлениях рек тора Александрова - надо сделать все, чтобы заинтересован молодых людей работой в родной стране, дать им профессиональный инструментарий, открыть перспективу, вдохновим на творчество.

В организации Центров применяется комплексный под ход: закупка и установка оборудования, его компоновка, размещение, удобное для проведения научных исследовании и учебного процесса, обеспечение таких лабораторий профессиональными кадрами - и своими, университетскими профессорами, и специалистами с профильных предприятий, привлечение к исследованиям молодежи, кооперация с отечественными и зарубежными компаниями, определение рынков сбыта готовой продукции.

«Русский метод» - это традиция отечественной инженерной школы, ее стратегия, генетически воспроизводящаяся в стенах МГТУ им. Н.Э. Баумана и получившая всемирное признание. Статус исследовательского университета, который был присвоен МГТУ в 2009 г. - логическое продолжение принципов, сложившихся при основании нашего учебного заведения. Принципов, которые стали питательной почвой, сформировали крепкую основу для жизни в современном мире, возможность ему соответствовать, давая инженерный ответ на вызовы времени. Вопрос, однако, заключался в нахождении того формата, в котором эти принципы могли бы быть воплощены максимально полно и свободно.

За последние годы в Университете создан целый ряд междисциплинарных научно-образовательных и инжиниринговых центров, ведущих фундаментальные изыскания и технологически-ориентированные исследования:

- Центр управления в кризисных ситуациях;
- Новые материалы, композиты и нанотехнологии;
- Суперкомпьютерное инженерное моделирование и разработка программных комплексов;
- Технопарк и новые информационные технологии (Mail.Ru Group МГТУ им. Н.Э. Баумана);
- Фотоника и ИК-техника;
- Функциональные Микро/Наносистемы;
- Дом физики;
- Молодежный космический центр;
- Инновационное предпринимательство и управление интеллектуальной собственностью:
- Медико-технологический центр;
- Ионно-плазменные технологии;
- Специальная техника;
- Сварка и контроль;
- Робототехника:
- Криология.

Процесс образования новых центров идет полным ходом, они показали свои преимущества перед иными форматами организации науки и обучения. Интерес к ним высок и со стороны промышленности, и со стороны образовательного сообщества. Не случайно на совещании президиума Совета ректоров вузов Москвы и Московской области, состоявшемся в МГТУ феврале 2016 г., обсуждались проблемы создания и развития научно-образовательных вузовских центров. После экскурсии, проведенной ректором для коллег, была высказана вполне здравая мысль, что на основе центров имеет

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 37 из 135

смысл развивать сотрудничество, не создавая аналоги в своих университетах заново, а работая на дополнение, концентрацию усилий вокруг тех направлений и проблем, разработка которых уже успешно ведется в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

«Русский метод» обретает, таким образом, «второе дыхание», передавая эстафету будущим поколениям инженеров.

Анатолий Александров, из выступления на открытии совещания президиума Совета ректоров:

Нам удалось за короткий срок, за счет создания центров, переделать корпуса университета до неузнаваемости, закупить и установить самое современное оборудование. Каждый из таких центров возглавляет известный ученый с мировым именем. Три центра возглавляют известные - западные ученые. Но главная цель, которая была достигнута. - это возможность удержать молодежь в вузе, увлечь ее научной и исследовательской работой. Дать им возможность зарабатывать своей головой, своим трудом.

Успешно решается и другая -задача, поставленная перед руководством НОЦ. Сочетание научно - исследовательской и преподавательской деятельности наилучшим образом позволяет реализовать основной принцип современного инженерного образования: «Образование - через науку!»

Попробуем сформулировать те элементы современного облика МГТУ, в котором проступают заложенные в Императорском техническом училище принципы:

- сотрудничество МГТУ с крупными компаниями и предприятиями. участие в реальных инженерно-технических разработках:
- развитие научно-исследовательского потенциала профессоров и преподавателей, что всегда обогащает учебный процесс, делает его актуальным;
- интегрирование студентов, аспирантов, молодых ученых в инновационный процесс, обретение ими опыта разнообразного участия в нем от разработчика до руководителя малой инновационной компании;
- коммерциализация научных разработок, что дает возможность не только ощущать себя полноценными участниками социально-экономической жизни страны, но и получать дополнительные источники финансирования. Инфраструктура современного исследовательского университета включает в себя три блока:
- образование (специализированные кафедры, программы);
- научно-производственные мощности (генерация разработок, создание прототипов, опытных образцов);
- поддержка инновационной деятельности (сопровождение инновационных проектов, создание малых инновационных компаний, защита прав интеллектуальной собственности и т. д.).

Эту университетскую инфраструктуру называют инновационной. Так оно и есть. Причем понятно, что в той или иной конфигурации, с разными акцентами в научной направленности, по-разному управленчески организованными - но эти универсальные принципы лежат в основе траекторий всех передовых университетов. И мы видим, что эти принципиальные позиции - разумеется, с учетом стилистики того времени - были впервые сформулированы в ИМТУ.

В своих многочисленных интервью в СМИ ректор А.Александров практически всегда напоминает общественности об исторической роли той системы инженерного

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 38 из 135

образования, которая сложилась в России, в ИМТУ, ее влиянии на мировую практику. И иногда шутит, подчеркивая, что часто известные и привычные нам методы и приемы выдаются за новые.

Анатолий Александров:

Самый большой дефицит в сегодняшней России - это научно и управленчески подготовленные кадры, способные принимать решения не только на оперативном, но и на стратегическом уровне. Сегодня надо уметь не только создать инженерный продукт, но и понять, каким образом довести его до потребителя. Прежде этому искусству никто будущих инженеров не учил, хотя талант А.Н. Туполева, С.П. Королева многих других руководителей крупных предприятий позволял им управлять большими коллективами, держа в фокусе всю научно производственную цепочку. Однако техносфера становится все более сложной. Наша задача сегодня - готовить таких спеииалистов, которые были бы способны глубоко разбираться в объекте высокотехнологичного бизнеса, научно обосновывать и управлять стадиями жизненного цикла наукоемкой продукции, включая НИОКР, производство, логистическую поддержку, экологически обоснованную утилизацию. Обладали бы знаниями широкого спектра управленческих технологий. Эти знания они получают не только из специализированных инженерных дисциплин, но и из социально-научного и экономического блока. A в Hаучнообразовательных центрах эти знания интегрируются и воплощаются в реальной деятельности.

Например, в ряде вузов активно внедряется Всемирная инициатива СРЮ - концепция практико-ориентированного проектного обучения, сформированная в 2000 году. Одним из ее авторов является профессор аэронавтики, астронавтики и инженерных систем Массачусетского технологического института Э.Кроули. Пройдя подобное обучение, выпускник вуза должен уметь:

- придумать новый продукт или новую техническую идею:
- осуществлять все конструкторские работы по ее воплощению (или давать нужные указания тем, кто будет этим заниматься):
- внедрить в производство то, что получилось.

То есть выстраивается цепочка: задумай - спроектируй - реализуй - управляй.

Концепция поддержана немалым числом технических университетов США, Канады, Европы, России, Соединенного Королевства, Африки, Азии и Новой Зеландии.

А теперь сопоставим те идеи, которые реализуются в новой системе организации научно-образовательных центров в МГТУ им. Н. Э. Баумана, положения СDIO, и принципы, сформированные в рамках «русского метода» подготовки инженеров, что так понравились ректору МТИ в конце XIX века. Да, слова другие: «практико-ориентированное проектное обучение». Но суть-то та же: «русский метод» = теория + практика! Универсальная парадигма прорастает сквозь асфальт. Обойдя всю планету, внедряется в России как пришедшая из МТИ. А откуда появилась в МТИ? Ответ очевиден.

Так зачем же представлять это как новшество, инновацию в образовании как безусловный образец для подражания? Надо помнить свои истоки!

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 39 из 135

2.2. Философский подход к технике

Приведем интервью из журнала «Научная среда», выпуска №7 [9] с ректором, а ныне президентом МГТУ им. Н.Э.Баумана, академиком РАН И. Б. ФЕДОРОВЫМ

– Игорь Борисович, что такое научная школа?

— Мое определение научной школы предполагает наличие руководителя высочайшей квалификации, его последователей и молодежи. Это первое. И второе — это обязательная передача эстафеты из рук руководителя молодому последователю его дела.

Вот такими научными школами всегда были сильны российские вузы, в том числе и Бауманский университет. Можно назвать множество наших научных школ. Я приведу в качестве примера лишь научную школу в области теоретической механики и аэромеханики. Ее основателем был отец русской авиации Н. Е. Жуковский со своими учениками С.А. Чаплыгиным, Б.Н. Юрьевым, В.П. Ветчинкиным.

Учеными, сформировавшими это научное направление, были разработаны основы аэродинамики. Они заложили научную базу инженерных расчетов в самолетостроении. При их деятельном участии создаются Центральный аэрогидродинамический институт, знаменитый ЦАГИ, Военно-воздушная инженерная академия; Всесоюзный институт авиационных материалов (ВИАМ), Центральный институт авиационных моторов (ЦИАМ).

За сорок восемь лет, что Николай Егорович проработал заведующим кафедрой теоретической механики, он воспитал целую плеяду учеников, которые сами потом возглавили эту научную школу. Это А.Н. Туполев, В.М. Мясищев, В.М. Петляков, С.А. Лавочкин, П.О. Сухой. Они стали конструкторами практически всех марок российских самолетов.

И если Жуковский был руководителем дипломного проекта Андрея Николаевича Туполева, то тот в свою очередь был руководителем дипломного проекта Сергея Павловича Королева.

– Выходит, весь нынешний техногенный мир, в котором мы сегодня живем, был создан или хотя бы предвосхищен в стенах этого вуза.

– Выходит, что в значительной степени так. Факультеты, кафедры, лаборатории – это как бы материализованные вехи развития инженерного образования в России, которое в январе 2001 года отметило свой 300-летний юбилей. К чести нашего вуза, "школа оная потребна не только к единому мореходству и инженерству, но и артиллерии и гражданству к пользе".

Речь в указе Петра I шла об организации в Москве Школы математических и навигационных наук, откуда я цитирую эти слова. Мы возникли несколько позже – в 1830 году, но по праву их можно отнести к нам.

Возьмем физическое направление. Оно представлено трудами ученых нашего вуза П.Н. Лебедева, П.П. Лазарева, С.И. Вавилова. Они внесли большой вклад в развитие фотометрии, люминесценции, рентгеноскопии, исследований беспроволочного телеграфа. П. П. Лазарев – один из открывателей Курской магнитной аномалии.

Не могу не назвать работы К.А. Круга и его коллег в области электротехники: по высоким напряжениям электрических систем, многофазным двигателям, по установкам

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 40 из 135

для передачи энергии на большие расстояния. В более поздние годы ученые МВТУ принимали участие в разработке плана ГОЭЛРО.

Добавьте сюда исследования в области теории механизмов и машин, химии и химической технологии, технологии волокнистых, пищевых, взрывчатых и фармацевтических веществ, которые вели талантливые ученые вуза.

- Очевидно, сегодня появились и новые научные направления?

— Направления возникают постоянно. Самая новая специальность — защита информации. Она создана в прошлом году. У студентов пользуется большим успехом. Человек восемь на место — таков конкурс при поступлении. Но о научной школе, конечно, говорить рано.

- А что вы преподаете? К какой научной школе себя относите?

 Радиолокация – одна из заметных научных школ в нашем вузе. Она возникла на заре радио, еще в последние дореволюционные годы. Ее возглавляли профессора М. В. Шулейкин и М.А. Бонч-Бруевич.

Новое дыхание эта школа получила в 1946 году, когда подготовке специалистов по радиолокации стали уделять повышенное внимание. Вот курсы по этой дисциплине я и читаю.

– Игорь Борисович, так что все-таки отличает российское инженерное образование, имеющее глубочайшие традиции и много заслуг перед Отечеством, от зарубежного?

– Особенностью российского инженерного образования, именно особенностью, является глубокая фундаментальная подготовка своих выпускников. И это признано всем мировым научным сообществом. Выдающийся русский инженер-механик С. П. Тимошенко, который на своем опыте познал достоинства и недостатки российской и американской инженерных школ, на склоне лет, живя в США, писал: "Обдумывая причину наших достижений, я прихожу к заключению, что немалую роль в этом деле сыграло образование, которое дали нам русские высшие инженерные школы. Основательная подготовка в математике и в основных технических предметах давала нам преимущества перед американцами, особенно при решении новых нешаблонных задач".

Уважительное отношение к фундаментальному образованию имеет свои исторические корни. Техническая высшая школа с первых дней своего существования установила тесные связи с классическим университетом. Кстати замечу, что эту традицию мы сохраняем и десять лет назад подписали договор о содружестве между МГУ и МГТУ.

- За свою 172-летнюю историю, судя по вашей летописи, вы не раз меняли название...

– Напомню, что Московский государственный технический университет был основан, позвольте процитировать, как "Ремесленное учебное заведение для обучения в оном до 300 питомцев Воспитательного дома".

В течение 60 лет мы просуществовали как Московское ремесленное учебное заведение, а затем Императорское техническое училище (ИМТУ). С 1917 года – Московское высшее техническое училище. Теперь университет.

— Думаю, что сегодня мало кто знает, как закладывался "русский метод обучения ремеслам". Не могли бы вы немного рассказать об истории его возникновения и сегодняшнего развития?

— Тем, кого он заинтересовал, рекомендую обратиться к третьему тому экономической энциклопедии "Политическая экономия", вышедшей в 1979 году. В нем дается любопытная справка, касающаяся деятельности замечательного русского инженера-механика и педагога, выпускника Московского ремесленного учебного заведения Дмитрия Константиновича Советкина (1834—1912).

В ней, в частности, отмечается, что он с группой преподавателей и профессоров МВТУ разработал и ввел в учебный процесс способ обучения рациональным трудовым движениям, так называемый "русский метод обучения ремеслам". Причем этот метод предвосхитил научные результаты американца Тейлора.

Педагоги ИМТУ, как в тот период мы назывались, разработали совершенно оригинальный метод обучения сначала квалифицированных рабочих, а затем и инженеров на индустриальной основе.

При этом всячески способствовали его распространению в России и за рубежом. И им это удалось. Наградой было всемирное признание метода, с которого началась мировая слава самого МГТУ.

Он демонстрировался на ряде всемирных выставок. Был отмечен многими наградами. Оттуда его стали называть "русским методом" и применять в разных странах, например, в Германии.

Один из первых президентов ведущего американского инженерного вуза Массачусетского технологического института, Дж. Рункль, получив сделанную специально по просьбе американцев коллекцию моделей для обучения инженеров по "русскому методу", в восторге писал: "За Россией признан полный успех в решении столь важной задачи технического образования... В Америке после этого никакая иная система не будет употребляться".

И далее: "...Русский метод несет в себе единственно правильный философский подход ко всему техническому образованию".

Но техника стремительно менялась. И вскоре при непосредственной материальной поддержке русских промышленников и купечества были построены институт испытания материалов, гидравлическая, аэродинамическая и электротехническая лаборатория, институт технологии волокнистых веществ. Электротехническая лаборатория была лучшей по оснащенности оборудованием в Москве.

И сегодня лабораторная база университета достаточно сильна. Но она требует постоянного обновления. Увы, порой мы не поспеваем за требованием времени. Хотя стараемся. В структуре вуза действует свой опытный завод, обеспечивающий научный и учебный процесс. Многие единичные образцы и Европа не против была бы приобрести. Техническое бытие определяет состояние высшей школы. Например, в тридцатые годы, когда нужно было осуществить глубокий прорыв в новую технику, новые технологии, был взят крен в сторону отраслевой системы подготовки. Именно тогда училище подверглось серьезным трансформациям. На базе МВТУ были организованы технические вузы, ставшие в дальнейшем крупнейшими учебными заведениями страны. Московский авиационный институт (МАИ), Московский энергетический институт (МЭИ), Московский инженерно-строительный институт (МИСИ), Академия противохимической защиты и многие другие образовательные и научные структуры постоянно отпочковывались от вуза.

Сейчас, когда мы являемся свидетелями и участниками настоящей компьютерной революции, связанной с широким внедрением во все области деятельности человека информационных технологий, от инженера требуется другой, более высокий и разносторонний уровень подготовки. Только человек, хорошо владеющий физикой, математикой, механикой, управлением, информатикой, может сказать новое слово в области высоких технологий.

Именно общенаучная и общеинженерная подготовка является основой высшего образования, дает возможность инженеру адаптироваться в среде смежных специальностей.

Приведу классические примеры. Н.А. Доллежаль, окончивший МВТУ в 1923 г., когда о ядерных реакторах даже и не помышляли, стал главным конструктором ядерных реакторов, академиком АН СССР. С.А. Лебедев — выпускник МВТУ 1928 г., когда электроника казалась сказкой, стал главным конструктором быстродействующих электронных счетных машин (БЭСМ), академиком АН СССР, директором Института точной механики и вычислительной техники АН СССР.

- Вы открывали юридические, экономические специальности. Это чтобы пережить трудное время или тоже фундаментально?

— Нет, это была продуманная политика. Это было связано с тем, что мы должны были занять определенные ниши в инженерном образовании. Все эти специальности — это не просто экономисты, юристы. Это те специальности, которые обслуживают данное направление в инженерном образовании. Это управленцы предприятий. Не просто юристы, а у нас эксперты по техногенным катастрофам. Это инженерная ниша. Конечно, мы не готовим специалистов в области права, но производственная сфера — это наша прерогатива.

— Очевидно, бум инженерного образования, который в последние годы наблюдался на Западе, достигает Россию?

— Очень надеюсь на это. Да, сегодня во всем мире наблюдается настоящий бум в области подготовки инженерных кадров. Открываются новые инженерные вузы, расширяются инженерные факультеты. Во все больших масштабах покупаются инженеры за рубежом, кстати, и наши выпускники в том числе.

Современный мир таков, что буквально во всех странах наблюдается дефицит инженеров. К 2006 г. в экономике США будет остро ощущаться нехватка более 440 тыс. специалистов инженерных направлений. США расширяют покупку инженеров за рубежом, причем инженеров элитных, с предоставлением им американского гражданства. В 90-х годах они закупали ежегодно десятки тысяч инженеров. Анализ же статистических данных говорит о том, что инженеров в России выпускается заметно меньше, чем в США.

- Трудные годы закончились?

— Только в 2000 году мы получили более или менее приличное финансирование. Но сегодня мы стоим перед новым реформированием высшего образования в стране. Есть много опасений по части этого эксперимента, который уже проводится. Например, тот же единый экзамен и особенно государственные именные финансовые обязательства (ГИФО).

Но тем не менее хочу надеяться, что трудный период подходит к концу.

Очевидно, лучшее доказательство этому – растущие конкурсы в технические вузы. Но в самом вузе молодежь остается?

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 43 из 135

 Вообще молодежи в вузе стало оставаться мало. Молодых научных сотрудников, преподавателей единицы.

Работа в вузе раньше считалась престижной. Мы сами себе присматривали самых достойных среди наших выпускников. Теперь они уходят, не потому, что они не хотят здесь работать, а потому, что мало платят.

Но престиж Бауманского университета по-прежнему высок и в стране, и за рубежом. Указом президента Российской Федерации МГТУ имени Н.Э. Баумана включен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов Российской Федерации.

Сейчас в вузе 18 000 студентов, 1000 аспирантов, 2500 преподавателей. МГТУ готовит специалистов более чем по 60 специальностям — практически по всем направлениям современного машино- и приборостроения.

Мне бы лично очень хотелось, чтобы наша портретная галерея постоянно пополнялась фотографиями выдающихся молодых ученых МГТУ. Причем чтобы достигали они признания молодыми и в расцвете лет.

2.3. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы

Традиция государственного инженерного образования в России была заложена более трех веков назад. В 1701 г. по инициативе Петра I в Москве создается Школа математических и навигацких наук, ставшая идейным предшественником Николаевской морской академии (сейчас – Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова) и Морского инженерного училища имп. Николая I (ныне – Военно-морской инженерный институт). В 1773 г. в Санкт-Петербурге организуется Горный институт имп. Екатерины ІІ. Но самой замечательной датой в истории русского инженерного образования, пожалуй, является 20 ноября 1809 г., когда император Александр I подписал Манифест, учреждающий Корпус и Институт инженеров путей сообщения. Создание Института и Корпуса инженеров находилось в непосредственной связи с ключевой экономической задачей российского правительства – формированием грандиозной транспортной инфраструктуры, которая до настоящего времени составляет основу развития России как одного из крупнейших государств мира. Трудами русских инженеров в XIX в. была построена уникальная система путей сообщения империи, включавшая несколько водных систем (Мариинскую, Тихвинскую, Вышневолоцкую, систему герцога Вюртенбургского), системы железных и шоссейных дорог.

Министерство путей сообщения вплоть до самой революции 1917 г. являлось наиболее щедро финансируемым ведомством империи. На втором месте (а во время войн и на первом) после МПС находилось военное министерство. Соответственно, подготовке кадрового состава для военной и морской промышленности уделялось не меньшее внимание.

Институт инженеров путей сообщения находился под непосредственным патронажем царя. Пример Александра I вдохновил и его августейших братьев — Николая Павловича (будущего императора) и Михаила Павловича. С 1819 г. они руководили организацией двух других выдающихся учебных заведений — Николаевского инженерного и Михайловского артиллерийского училищ. Из их офицерских классов позже выделились Михайловская артиллерийская академия, главная кузница кадров для российской военной промышленности, и Николаевская инженерная академия, аlma mater многих выдающихся военных инженеров. Эти три учебных заведения, как и созданные чуть позже Институт гражданских инженеров Императора Николая I и Технологический институт Императора Николая I, а также специальные классы Морского корпуса, в первой половине XIX в. составляли основу подготовки технических кадров с систематическим высшим образованием в России.

Положение русских инженерных институтов, в первой половине XIX в. пользовавшихся личным покровительством императоров и высших должностных лиц империи, было уникальным в Европе. Пожалуй, только во Франции инженерное образование пользовалось таким же престижем.

Вплоть до 60_х годов XIX в. ни по числу, ни по качеству подготовки инженеров Российская Империя не уступала ни одной стране мира (кроме, может быть, той же Франции).

Это утверждение, как и замечание С.П.Тимошенко о том, что «инженерные школы развились в России гораздо раньше, чем в Америке, и что роль русских инженеров в развитии инженерных наук весьма существенна», сегодня кажется удивительным, между тем оно хорошо подтверждается статистикой и документами. И, несомненно, это обстоятельство является одной из причин фантастического экономического и инфраструктурного рывка России в XIX в. и в первой половине XX в.

В 60–80_е годы XIX в. Россия в плане подготовки инженеров пропустила вперед не только Францию, но и Германию. Однако эпоха Великих реформ Александра II вовсе не была «потерянной» для развития инженерного образования. Достаточно сказать, что в это время были учреждены Рижский политехнический институт и Императорское Московское техническое училище (ныне – МГТУ им. Н.Э. Баумана). К тому же некоторое «отставание» в области технического образования в этот период отчасти компенсировалось развитием сельскохозяйственного образования и биологических наук.

Между 1870 и 1900 гг. имел место беспрецедентный рывок в промышленности двух стран — Германии и США. Именно в этот период на базе уже существовавшей ранее горной и горнозаводской промышленности в Германии мощно развивались не только химическая, машиностроительная и электротехническая отрасли, но и судостроение, которое до того считалось прерогативой Британской империи. Параллельно за океаном после гражданской войны 60-х годов в США наблюдался колоссальный промышленный рост, не нарушаемый ни войнами, ни сильной конкуренцией со стороны достаточно далеких европейских стран.

Российское правительство, впрочем, оказалось достаточно дальновидным, чтобы вовремя оценить эту ситуацию и принять меры, без которых наша страна, по-видимому, не устояла бы ни в Первой, ни во Второй мировых войнах и не сохранила бы свой статус мировой державы, завоеванный в XIX в. Во второй половине 80-х годов XIX в. под непосредственным руководством выдающегося русского инженера, одного из основателей отечественной научной школы в области конструирования машин и впоследствии министра финансов И.А.Вышнеградского была разработана и начала осуществляться реформа среднего и низшего технического образования. В тот же период были открыты Электротехнический институт Александра III в Санкт-Петербурге (сейчас – СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И.Ленина) и Харьковский технологический институт Александра III. Электротехнический институт первоначально находился в почтовом ведомстве и был создан во многом для обеспечения коммуникационной инфраструктуры империи (позже к его задачам добавились радиотехника, электротехника и энергетика).

С восшествием на престол Николая II началась вторая (после 10–20-х годов XIX в.) эпоха массового создания инженерных вузов в России. Между 1894 и 1917 гг. были учреждены: Санкт-Петербургский политехнический институт Петра Великого, Киевский политехнический институт имп. Александра II, Технологический институт имп. Николая II в Томске, Варшавский политехнический институт имп. Николая II (в годы войны эвакуированный в Нижний Новгород), Алексеевский Донской политехнический институт, Московский институт инженеров путей сообщения, Екатеринославский горный институт имп. Петра I, Уральский горный институт имп. Николая II. Электротехнический институт получил статус высшего учебного заведения и был существенно расширен. Понятно, что выпуски из новых вузов начались после 1904 г., а радикально ситуация поменялась примерно после 1908 г.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 46 из 135

За 20 лет, предшествовавших революции 1917 г., в Российской империи имел место весьма значительный рост как естественно-научного, так и инженерного и сельскохозяйственного образования. К началу Первой мировой войны российская система высшего специального технического и сельскохозяйственного образования по всем параметрам заметно превосходила германскую.

Это было достигнуто прежде всего за счет целенаправленной государственной политики и значительных инвестиций в данную сферу начиная с середины 90_х годов XIX в.

С учетом выбытия старых кадров к 1917 г. Россия обладала примерно таким же инженерным потенциалом, как Германия, и превосходила Францию. Единственная страна, демонстрировавшая в этот период существенно более высокую динамику, чем Российская империя, — это США, где система технического и сельскохозяйственного образования начала расти «как на дрожжах» начиная с 60–70 х гг. XIX в.

Стоит отметить, что почти ЛΟ самого конпа XIX B. подготовка высококвалифицированных инженеров в России почти полностью сосредоточивалась в инфраструктурных отраслях (транспорт, строительство, военная и судостроительная промышленность), причем инженер, как правило, оказывался на военной или государственной службе. Даже химическая техника, металлургия и горное дело развивались в значительной степени в связи с запросами военной промышленности. Исключение составляли текстильная и пищевая, в том числе свекольно-сахарная и спиртовая отрасли промышленности, действовавшие по иным (частно-хозяйственным) принципам.

В царствование Александра III и особенно Николая II задача оказалась более широкой. Теперь в инженерных кадрах нуждались не только государственные организации и учебные заведения, но и крупные и мелкие предприятия бурно развивавшихся отраслей (электротехника, нефтепереработка и химическая промышленность, машиностроение, индустрия материалов, метало- и деревообработка и т.д.), а также органы самоуправления. Поэтому развитие технического образования стало результатом сложного государственно-общественно-частного взаимодействия. В это время появились частные и общественные высшие учебные заведения, готовившие инженеров.

Другой тенденцией, имевшей место в царствование Николая II, было заметное усиление «семейной» традиции естественнонаучного образования. После начала школьных реформ в 1899–1902 годов гораздо большее внимание стало уделяться роли родителей в образовании. В результате, например, появилась огромная литература для родителей, к которой относятся и классические пособия Перельмана и Игнатьева. Во многом именно благодаря сознательной позиции многих российских семей, продолжавших передавать научную культуру и формировать «образовательную» установку своих детей и в тяжелейшие годы революции, и во время Гражданской войны, и в послевоенный период разрухи, удалось, на наш взгляд, сохранить российскую научную и инженерную школу.

С.П. Тимошенко в свое время выдвинул аргументированный тезис, что за десять лет революционных реформ после 1917 г. «учебное дело в России было совершенно разрушено, и когда позже взялись за усиленное развитие промышленности, то оказалось, что для этого дела в России нет достаточного количества инженеров. Сталин поступил

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 47 из 135

тогда решительно - упразднил всякие новшества и вернул школы к дореволюционным порядкам»; «традиции старой школы оказались очень сильными, и с помощью остатков старых преподавательских кадров было возможно привести в порядок инженерное образование, разрушенное во время революции».

СССР получил в наследство от Российской империи сильную и сбалансированную, хорошо оснащенную фондами систему технического образования. В РСФСР к 1925 г. был только один абсолютно новый технический вуз (Московский горный институт), не считая технических факультетов нового Среднеазиатского университета. Все остальные вузы возникли прямым преобразованием уже существовавших вузов или были организованы на базе эвакуированных из Польши и Прибалтики институтов. В других случаях новые советские вузы (МАМИ, МХТИ, ЛИТМО, Московский текстильный и Казанский политехнический) создавались на основе самых крупных и богатых средних технических учебных заведений, имевших в начале XX в. достаточную материально-техническую и кадровую основу.

Вместе с тем тезис о том, что «революция полностью разрушила» систему технического образования едва ли находит подтверждение: к 1925 г. численность учащихся на физико-математических факультетах и в инженерных вузах даже немного превзошла предреволюционный уровень. Система инженерного образования (в отличие от юридического и историко-филологического, которое действительно было полностью уничтожено) все же сохранилась и продолжала развиваться. Дореволюционная система технических вузов сохранилась фактически до реформы 1930 г., когда на основании Постановления ВСНХ СССР старые институты были расформированы, а на базе их факультетов, кафедр и школ образованы многочисленные отраслевые учебные заведения, находившиеся в ведении хозяйственных наркоматов и осуществлявшие массовый выпуск узких специалистов по укороченной программе.

В то же время революционные эксперименты привели к катастрофическому падению уровня общего (среднего) образования и, как следствие, к падению качества подготовки абитуриентов. Начиная с 1918 г. все типы посленачальных и средних школ были слиты в «единые трудовые школы» ІІ ступени. При этом не только была нарушена целостность гимназического образования - сами требования значительно упали.

Из программ ЕТШ 1920-х годов, по сути, просто исключены последние два-три года занятий по математике и другим общеобразовательным предметам, предполагавшиеся в дореволюционных гимназиях и реальных училищах. То есть выпускникам «недоставало » двух-трех лет интенсивных занятий по сравнению с выпускниками гимназий предвоенного времени. А ведь они составляли только 60% абитуриентов советских вузов 20-х годов - остальные не имели даже такого уровня знаний!

Одновременно за годы революции и Гражданской войны, в ходе репрессий против наиболее образованных слоев населения, страна потеряла от 50 до 80% наиболее квалифицированных научных и преподавательских кадров.

Советская власть запретила доступ к высшему образованию детям представителей «класса эксплуататоров», то есть наиболее образованных слоев населения. Одновременно было ограничено влияние семьи на образование. Царское правительство, по крайней мере в последние два десятилетия, всячески поощряло участие родителей в образовательном процессе, сближение «семьи и школы». Советская власть, по политическим мотивам отстранив родителей от воспитания своих детей и лишив их какого-либо авторитета, тем

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 48 из 135

самым не только была вынуждена наделить школу колоссальными дисциплинарными функциями, но и нанесла сильный удар по «семейным» механизмам воспроизводства образования (в том числе в научной и технической сфере).

В 30-е годы советское правительство вполне осознало опасность падения уровня подготовки по общеобразовательным предметам. Уже в Постановлении ЦК ВКП(б) от 25 августа 1931 г., положившем начало возрождению преподавания общеобразовательных предметов в отечественной школе, признавалось, что «коренной недостаток школы в данный момент заключается в том, что обучение в школе не дает достаточного объема общеобразовательных знаний и неудовлетворительно разрешает задачу подготовки для техникумов и высшей школы вполне грамотных людей, хорошо владеющих основами наук (физика, химия, математика, родной язык, география и т.д.)». Затем были восстановлены экзамены и отменены классовые ограничения на поступление в высшие учебные заведения. Без особой натяжки можно признать, что реальные (а не пропагандистские) достижения советской власти в области образования были связаны не с революционными экспериментами, а с восстановлением старых образовательных традиций (прежде всего - в области естественнонаучного и инженерного образования) при определенном расширении «социальной базы» образования.

Решающий прорыв в области инженерного образования в России все же был сделан в первые два десятилетия XX века. Эти годы были временем расцвета русского математического, естественнонаучного и технического образования. Именно тогда в России сформировалась уникальная модель и концепция физико-технического образования.

Применение сложных математических методов и достижений в области теоретической физики, механики, химии, биологии к решению важных практических задач, становление профессиональной области прикладной науки, создание соответствующей инфраструктуры в виде институтов и лабораторий - эти тенденции сформировались в целом ряде ведущих государств, прежде всего - в Германии, США и России, еще до начала Первой мировой войны.

В начале XX в. в Германии центрами физико-технических исследований были, например, Страсбургский университет, где работал профессор Ф. Браун (его ученика-

ми в России были Л.И. Мандельштам и Н.Д. Папалекси), Мюнхенская техническая школа (здесь работали А. Феппль и Л. Прандтль) и в первую очередь - Гёттин-генский университет, где работала группа выдающихся ученых (в том числе Ф. Клейн, В. Фойгт и Л. Прандтль) и действовала известная механическая лаборатория. Именно великий немецкий математик Феликс Клейн организовал целый ряд семинаров, нацеленных на сближение математики и инженерии.

В России центрами работы по сближению фундаментальной науки и инженерной практики были Петербургский политехнический институт, Электротехнический институт, Институт инженеров путей сообщения (в С.-Петербурге), Михайловская артиллерийская академия, Николаевская морская академия и Морское инженерное училище, Технологические институты в С.-Петербурге и Харькове, Политехнический институт в Киеве и, конечно, Императорское Московское техническое училище, где были созданы мощные лаборатории для проведения исследований в области механики, науки о материалах, электротехники, кораблестроения. Лаборатории располагали своими собственными зданиями и блестяще оборудованными различными машинами и стендами. В этих научно-образовательных центрах, а также в действовавших в то время институтах

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 49 из 135

при ведущих университетах, в исследовательских лабораториях военного и морского ведомства в первые два десятилетия XX в. преподавали или учились крупнейшие ученые и инженеры, позже создавшие (на дореволюционном заделе) советские научно-исследовательские институты или оказавшие большое влияние на мировую науку и инженерное образование в иммиграции.

Условием возникновения этого «интеллектуального всплеска» была последовательная политика государства во главе с Николаем II: с середины 90-х годов XIX в. государство не только активно стимулировало создание новых образовательных институтов, но и ставило перед учеными и инженерами новые серьезные задачи в области создания транспортной инфраструктуры, новых типов судов и авиации, военной и химической промышленности, электро- и радиотехники, энергетики и связи. Подобные запросы стали появляться и со стороны бурно развивавшейся частной промышленности.

В идейном плане к «предтечам» этого движения, кроме Д.И. Менделеева, можно отнести В.Л. Кирпичева - выдающегося русского физика и инженера-механика, создавшего инженерные школы в Харькове и Киеве, оказавшего сильное влияние на прикладные исследования и обучение инженеров-механиков в Петербурге. Он был выдающимся организатором науки и преподавателем, обладавшим чрезвычайно широким научным и культурным кругозором. К тому он же являлся представителем выдающейся инженерной семьи: шесть его братьев были крупными военными инженерами, сынакадемиком АН СССР, сам он, как выпускник Михайловской артиллерийской академии, был близко знаком с практическими применениями тогдашних научных достижений. Разработанные В.Л. Кирпичевым методы преподавания механики, его учебные пособия оказали сильнейшее влияние на обучение инженеров и ученых-механиков во всем мире.

Далее следует отметить группу петербургских инженеров-механиков и математиков во главе с ректором Петербургского политехнического института И.В. Мещерским. Им удалось добиться не только серьезных научных результатов, но и выработать новые методы преподавания и составить учебники и задачники, направленные на то, чтобы «приблизить преподавание механики к требованиям инженеров » и позже (благодаря С.П. Тимошенко) легшие в основу образовательного процесса не только в российских инженерных школах, но и в инженерных школах США. К петербургскому сообществу инженеров-механиков примыкали ученые-судостроители А.Н. Крылов, И.Г. Бубнов и К.П. Боклевский, воспитавшие на кораблестроительном отделении Петербургского политехнического института, в Николаевской морской академии и Морском инженерном училище целое поколение русских кораблестроителей. Подобные группы существовали в Киеве (там работали, например, Е.О. Патон и С.П. Тимошенко) и в Москве (Н.Е. Жуковский и С.А. Чаплыгин).

Аналогичные процессы происходили в области органической химии и в сфере подготовки русских инженеров-химиков. Профессор и генерал В.Н. Ипатьев, например, создал в Михайловской артиллерийской академии хорошо оснащенную лабораторию и воспитал целую школу инженеров, без которой было бы невозможно становление принципиально новых отраслей химической и фармацевтической промышленности во время Первой мировой войны

Важнейшими направлениями развития прикладной науки и промышленности стали электротехника и радиотехника, различные направления теплотехники и энергетики, оптика и, наконец, физическая химия и наука о материалах.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 50 из 135

В развитие отечественных научных и инженерных школ в этих областях большой вклад внесла группа ученых, во втором десятилетии ХХ в. являвшихся преподавателями Петербургского Политехнического института, Электротехнического института и Физического института Петербургского университета. Хотя эти три института были подчинены трем разным ведомствам, ученые и студенты в них находились в очень тесном контакте и, по сути, представляли единое сообщество. Его организационным лидером, повидимому, был В.В. Скобельцын, отец выдающегося советского физика Д.В. Скобельцына. После И.В. Мещерского он два срока исполнял обязанности директора Петроградского Политехникума и одновременно был профессором Электротехнического института. В упомянутую группу ученых входили сам В.В. Скобельцын, А.А. Радциг, Шателен, В.Ф. Миткевич, В.Е. Грум-Гржимайло, Н.С. Курнаков, Д.С. Рождественский, И.В. Гребенщиков, А.Ф. Иоффе. Они сформировали целый ряд научных и инженерных школ (в предреволюционные годы, например, Д.В. Скобельцын, Н.Н. Семенов, П.Л. Капица, А.В. Винтер и Г.О. Графтио были младшими преподавателями и студентами этих трех институтов).

Характерной чертой их работы был как раз «физико-технический подход», то есть применение современных математических и физических методов к решению сложных инженерно-технических проблем и, наоборот, применение инженерных, промышленных методов в постановке научного эксперимента. Именно этот подход позволил, например, П.Л. Капице, выпускнику Петербургского Политехнического института сыграть большую роль в переводе научных исследований в лаборатории Резерфорда в Кембридже на новую технологическую базу.

Важно отметить, что все преподаватели русских технических вузов, помимо чисто теоретических исследований, вели практические работы как для государственных нужд, так и для промышленности. Например, А.Н. Крылов, И.Г. Бубнов и К.П. Боклевский внесли свой вклад в строительство (после 1906 г.) нового русского флота. Н.Е. Жуковский справедливо считался «отцом русской авиации». В годы Первой мировой войны С.П. Тимошенко осуществил работы по прочностным расчетам самолетов (в том числе И.И. Сикорского), а вместе с Н.П. Петровым разработал методы повышения допустимой нагрузки транспортных путей (что было важно для разрешения транспортного кризиса). Д.С. Рождественский, И.В. Гребенщиков непосредственно руководили разработкой технологии и запуском производства оптического стекла на императорских фарфоровых и стекольных заводах в 1914-1918 гг. Другие примеры: создание самостоятельной (независимой от немецких технологий) электротехнической и радиотехнической промышленности и электроэнергетики, разработка мероприятий в области энергетики, направленных на решение топливного кризиса и создание единой транспортно-энергетической системы страны.

Датой окончательного оформления новой модели «физико-технического» образования можно считать 1916 год, когда в Петербургском Политехническом институте профессорами А.Ф. Иоффе и С.П. Тимошенко был составлен проект нового физико-технического (физико-механического) факультета и одновременно начал действовать семинар, из которого вышли, в частности, П.Л. Капица и Н.Н. Семенов. Этот «физико-технический» подход в 1920-е годы был положен в основу работы нового физико-механического факультета Ленинградского политехнического института и Физико-технического института (являвшегося первоначально отделением Государственного

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 51 из 135

рентгенологического и радиологического института), связанных с именем А.Ф. Иоффе. Позже эта же модель повлияла на возникновение так называемой «системы Физтеха». Замечательно и то, что большинство крупных ученых, стоявших у истоков МФТИ и являвшихся авторами обращений к И.В. Сталину и членам советского правительства (прежде всего П.Л. Капица, но также и А.Ф. Иоффе, А.Н. Крылов, А.И. Алиханов, Н.Н. Семенов), были непосредственно связаны с «физико-технической» традицией Петроградского политехнического института императора Петра Великого.

«Физико-технический подход» оказал определенное воздействие на европейскую и американскую науку и образование (в частности, благодаря деятельности В.Н. Ипатьева, С.П. Тимошенко, П.Л. Капицы, А.Е. Чичибабина и Б.А. Бахметьева).

В заключение постараемся ответить на вопрос: каковы же основные черты «классической концепции» инженерного образования, какой «идеальный образ» инженера и инженера-физика заложен в эту концепцию?

Согласно господствующему у нас до сих пор представлению, инженер - всего лишь «специалист», выполняющий в высоко-дифференцированном современном хозяйстве вполне определенную порученную ему функцию. На практике же, особенно в малых высокотехнологичных компаниях, в наше время являющихся «основным генератором инноваций в современной экономике » [12], инженер оказывается одновременно и исследователем, и организатором работы «команды», и руководителем. Вузы, как правило, не готовят к этому.

В XIX и начале XX в. ситуация была иной. Европейская традиция подготовки инженера зиждилась на соединении двух начал - научно-технического подхода и духовной в своей основе идеи целостного образования человека.

Образование через стяжание даров Святого Духа (spiritus sapientiae et intellectus, spiritus consilii et fortitudinis, spiritus scientiae et pietatis - «дух премудрости и разума, дух совета и крепости, дух ведения и благочестия») к достижению «царственного достоинства человека» по образу Божественного Царя - Христа составляло лейтмотив мощного движения к возрождению «Истинного Христианства», затронувшего и европейские страны, и Россию в XVIII-XIX вв. Речь идет о внутреннем и внешнем «собирании» целостной личности, культивировании ее интеллекта, воли, нравственного и эстетического начала. При этом образование личности понималось одновременно как путь к образованию государства (Staatbildung).

Само по себе слово «инженер» восходит к латинскому ingenium, в классической литературе(например,у Цицерона и Петрония) означающему не только изобретательность, но и способность, талант, остроту ума, культивирование ума и образованность в целом. Немецкое понятие Bildung, так же как и русское «образование», происходит от Bild - «образ ». Оно предполагает целостное созидание личности, семьи и государства, раскрывающее божественный «образ» в человеке, и мыслится как продолжение божественного процесса творения в истории (так понимали его немецкие философы от Гердера до Шлейермахера и Гегеля). Конкретным эмпирическим воплощением этого возвышенного понятия стали преобразованные германские гимназии и университеты. Изначально выдающиеся немецкие мыслители включали и естественно-научное, и инженерное образование в круг Wissenschaftliche Bildung. Демонстрацией этого являются «образовательные» романы Гете - «Призвание Вильгельма Мейстера» и «Годы странствий Вильгельма Мейстера », два главных героя которых (Мейстер и Ярно-Монтан) в высшей

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 52 из 135

точке своего образования выбирают призвание врача-исследователя и горного инженера соответственно.

Говоря о целостности образования, в первую очередь вспоминают идею «гуманитаризации» технической школы. Предполагалось, что, как и выпускник университета, инженер, наряду с глубокими научными и техническими знаниями, должен обладать основательной гуманитарной культурой. Совсем не случайно то, что выдающийся русский кораблестроитель академик А.Н. Крылов профессионально переводил с латыни Ньютона, авиастроитель И.И. Сикорский писал богословские трактаты, а «отец американской школы инженеров-механиков» С.П. Тимошенко серьезно занимался историей науки. В профессии архитектора и гражданского инженера единство образования технического И художественного вообше составляет основу профессиональной компетенции.

Еще важнее соединение науки и практики. Особенностью русской (как и немецкой и французской) инженерной традиции с самого начала была опора на очень сильное базовое математическое и естественнонаучное образование. Деятельность инженера находится на стыке творческой научной работы и технической практики. В этом принципиальное отличие подготовки инженеров во французском, русском, а потом и немецком стиле, от традиционной подготовки «мастеров» и «техников», отталкивавшейся только от практики, лидером которой была Англия. Долгое время мастер, техник-практик шел впереди инженера, но ситуация резко поменялась, когда фундаментальная наука стала играть в области техники значительно большую роль.

Инженер должен теперь иметь способность (и возможность) к творческому развитию своей сферы деятельности. Его основанное на науке творчество должно идти не позади, а впереди практического опыта мастеров и техников. Именно это изменение, произошедшее на рубеже XIX-XX вв., породило долгосрочную тенденцию к развитию прикладной «промышленно организованной» науки и физико-технического образования.

Еще одна особенность подготовки в традиционных инженерных школах заключалась в том, что выпускников ориентировали на практическую реализацию законченных проектов, доведение их «до конца». Так, в ходе обучения в Институте инженеров путей сообщения императора Александра I студент должен был подготовить три проекта (например, моста, шлюза и парового двигателя), причем во время практики он получал опыт реализации этих или подобных проектов. Важно, что в этом отношении учебный процесс в институте был вполне согласен с лучшими традициями семейного воспитания. Родители (будь они профессора, чиновники, инженеры или даже самостоятельно хозяйствующие зажиточные крестьяне) во многих случаях с

детства приучали своих детей использовать теоретическую подготовку в практической жизни. С.П. Тимошенко в «Воспоминаниях» в качестве своего важнейшего образовательного опыта описывает то, как его отец (землемер, а позже владелец имения в Киевской губернии) приглашал его, тогда ученика реального училища, к участию в сельскохозяйственных работах, а потом предложил ему применить свои знания при проектировании и строительстве нового дома.

Значительная часть выдающихся инженерных сооружений (например, мостов и шлюзов) в XIX в. были выполнены студентами под руководством преподавателей. На летней практике студенты принимали участие в реальных работах по организации постройки зданий и сооружений. В Петербургском Политехникуме, например, студент

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 53 из 135

кораблестроительного отделения одно лето проводил практику в портах, следующее - на машиностроительном заводе и третье - в плавании на большом корабле. Курс теоретических, лабораторных занятий и проектов был выстроен так, чтобы подготовить студента к практике наилучшим образом. Отметим, что значительная часть учебных пособий составлялись и издавались самими студентами.

Важно также, что русские (как и французские и немецкие) инженерные вузы готовили студентов не только к технической деятельности, но и к профессиональному выполнению функций руководителя предприятия, к роли государственного и военнослужащего. Типичный пример - профессиональная судьба Д.И. Менделеева, В.Н. Ипатьева, А.Н. Крылова или И.А. Вышнеградского, которые были не только выдающимися учеными и инженерами, но и организаторами промышленности, образования и государственными деятелями. Инженер с высшим образованием должен был быть одновременно и ученым, и техническим специалистом, и организатором промышленного производства. Специалист, обладающий техническими знаниями, но не готовый к руководству предприятием, собственно, и не считался в полном смысле инженером, а мог быть только «кондуктором», «техником» или «помощником инженера».

Подготовка к такому поприщу предполагала не только «культивацию интеллекта» и фундаментальную научную подготовку, но и «культивацию воли» и организационных способностей. В XIX в. эту задачу помогала решать тесная связь инженерного и военного образования. Первые «флагманы» русского инженерного образования: Институт инженеров путей сообщения, Михайловская артиллерийская и Николаевская инженерная академии - готовили не просто инженеров, но офицеров, воспитывавшихся в духе высоких идеалов служения Царю и Отечеству, подчиненных суровой воинской дисциплине, и это было хорошей базой для руководства людьми. В начале XX в. принципиальная постановка вопроса оставалась той же: инженер должен был быть внутренне готов к выполнению сложной задачи руководства людьми.

При таком понимании роли инженера важно, что научно-технический ряд задач соединяется с технико-экономическим рядом: читая работы старых инженеров, обращаешь внимание на то, с какой тщательностью продумывались не только многообразные научно-технические, но и чисто экономические и «менеджерские» вопросы (рациональная организация процесса производства, снижение себестоимости и издержек, выбор места, организация транспортных потоков, защита окружающей среды, безопасность и поведение в чрезвычайных ситуациях).

Со времен создания Института инженеров путей сообщения в курс подготовки инженера как будущего руководителя предприятия входил большой объем экономических знаний. Позже инженерно-экономическое и экономическое направления выделились в самостоятельные. В ведущих технических вузах страны (напри-

мер, Петербургском Политехническом институте) имелись отдельные экономические факультеты или отделения ДЛЯ подготовки чиновников предпринимателей с серьезной научной подготовкой. И наоборот, коммерческих институтах в Москве и Киеве были инженерные факультеты. Данная тенденция носила общемировой характер. Так, в США инженерное образование развивалось параллельно с внедрением «идеологии менеджмента» и «тейлористской» практики инженерно-экономической организации труда на предприятии [6]. Разрыв этих двух практик (инженера и менеджера) произошел позже, и с образовательной точки

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 54 из 135

зрения это было негативное, деградационное явление, которого удалось избежать лишь некоторым учебным заведениям первого ряда (прежде всего - Массачусетскому технологическому институту).

Понятно, что целостное образование инженера, включающее столь разнообразные качества и большой объем «неформального знания », достаточно трудно обеспечить исключительно в рамках формального учебного процесса в вузе. Большую роль здесь играла семейная традиция образования. В России, как и в других ведущих странах, сформировались семейные инженерные династии. Высокотехнологичные компании во многих странах (например, в Германии) до сих пор в значительной мере являются семейными. Многие лучшие «советские » ученые и инженеры были детьми царских инженеров, профессоров и даже генералов. Другую страту в ней составляли дети самостоятельно хозяйствующих «крепких» крестьян (в советское время по большей части объявленных «кулаками»), высококвалифицированных рабочих и техников, проявлявших большой интерес к инженерному делу и к науке и сумевших передать его детям. Это не случайность и не исключение, а, скорее, закономерность, определяемая самой логикой развития инженерной традиции, целостность которой наилучшим образом может быть обеспечена даже не в институте, а в семье.

XX век вместе с массовизацией инженерного образования принес разрушение его целостности. В СССР ликвидация рыночной экономики и сосредоточение высоких технологий исключительно в крупных государственных предприятиях привели к «отмиранию» целого ряда инженерных компетенций (в частности, «экономической» и «менеджерской»). Инженер в СССР все больше утрачивал роль руководителя предприятия, которая переходила или к «ученому» (в системе Академии наук), или к «партийному работнику» или «хозяйственнику». Разделение высшего образования, академической науки и промышленности также не способствовало обеспечению достойного качества инженерного образования. Отголоском старого понятия «инженер» явился разве что советский феномен «генерального конструктора» - человека, обладавшего целостным пониманием ситуации и стратегических задач и осуществлявшего одновременно стратегическое, научно-техническое и кадровое руководство крупным высокотехнологичным проектом.

Долговременная тенденция к специализации, сосредоточению высоких технологий в крупных корпорациях, превращению ученого и инженера в массовую профессию имела место и в странах Запада. Однако в последние десятилетия вновь произошло изменение важнейших мегатрендов в данной области.

Во-первых, увеличение значения инноваций в экономике и быстрая смена господствующих технологий резко ужесточают требования к базовому образованию инженеров, качеству их интеллектуальных, волевых и организационных способностей.

Во-вторых, резкое возрастание роли малых и средних инновационных компаний в современной высокотехнологичной экономике повышает требования к целостности, универсальности и широте подготовки инженера, который вновь оказывается одновременно в роли ученого, технического эксперта и руководителя предприятия, что расширяет зону его ответственности.

В-третьих, если XX столетие было веком создания системы массового, всеобщего образования, когда каждое следующее поколение обладало большим объемом «формальных знаний», полученных через школу и вуз, то теперь ситуация изменилась.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 55 из 135

Новое поколение не стало более образованным, чем предыдущее (скорее наоборот), а сама система образования повсеместно начала деградировать. В этом плане самый старый и мощный образовательный институт - семья — с ее способностью к целостному образованию и передаче «неформального знания» приобретает исключительное значение. Соответственно, и инженерный тренинг в вузе, в малой фирме, в формах дополнительного образования обретает целостный личностный характер.

Таким образом, «классическая концепция» инженерного образования, развивавшаяся в XVIII-XIX вв. и достигшая пика своего развития в начале XX в., сегодня вновь стала актуальна.

3. Научные и инженерные школы России (на примере МГТУ им. Н.Э.Баумана). Выдающиеся создатели и творцы российской техники.

Территория Немецкой слободы, где ныне расположен Главный учебный корпус Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, до 1745 года не была застроена. Ёю владел канцлер императрицы Елизаветы Петровны граф А.П. Бестужев- Рюмин. Точно не установлено, кто строил первый дворец — Д.В. Ухтомский или В. В. Растрелли. Однако известно, что дворец состоял из центрального здания, отдельно расположенных флигелей, гротов и поражал своим великолепием. Во дворе имелись фигурные пруды. «Роскошь в палатах была изумительная», — писали современники.

Екатерина II отправила А.П. Бестужева-Рюмина в отставку и выкупила дворец в казну. Здание переходило из рук в руки: им владел сначала А.Г. Орлов, затем канцлер А.А. Безбородко, который в конце XVIII века занялся перестройкой дворца в Немецкой слободе. Работа была поручена архитектору Дж. Кваренги. Дворец так понравился Павлу I, что А.А. Безбородко подарил его императору. Для императорских нужд он перестраивался уже М.Ф. Казаковым и с тех пор стал называться Слободским.

В 1801 году в этом дворце проходили коронационные торжества в честь Александра I. А в августе 1812 года император объявил в нем воззвание к московскому дворянству и купечеству, после чего в Первопрестольной стали созывать ополчение и собирать средства для обороны в войне с Наполеоном. Через месяц великолепный дворец сгорел вместе с большинством домов Москвы. После пожара здание 14 лет простояло в руинах: от центральной его части остались только наружные стены, боковые флигели были разрушены до основания, сохранился лишь белокаменный фундамент.

Вновь к строительству, восстановлению дворца приступили только в 1827 году, когда императрица Мария Федоровна высочайше повелела учредить при Московском воспитательном доме в Немецкой слободе «большие мастерские для обучения различным ремеслам реализуя это Повеление, она распорядилась свои собственный Слободской дворец переоборудовать в ремесленные мастерские. Следовало разместить более десяти мастерских разных ремесел, учебные классы, столовую, лазарет, церковь, актовый зал, спальни, прачечные, банные корпуса и др. Постройка нового здания явилась крупнейшей работой архитектора Д.И. Жилярди (при участии А.Г. Григорьева).

Здание выстроено в стиле позднего классицизма (ампир). Ему присуща некоторая тяжеловесность, приземленность, которые сменили прежнюю классическую грациозность и прозрачную чистоту форм Матвея Казакова. Большие, полуциркульные с колоннами окна придают торжественность и парадность. Центральная часть дворца, более высокая, чем боковые флигели, подчеркнута белокаменными лестницей-пандусом и многофигурной скульптурной композицией в аттике. Ее автор - знаменитый скульптор И.П. Витали.

Скульптурная композиция сохранила свой глубокий аллегорический смысл. В центре — богиня мудрости, покровительница искусств и ремесел Минерва (богинявоительница, не знающая поражений, в шлеме, с копьем и щитом) сидит в окружении милых ее сердцу покровительниц Техники и Искусств с их атрибутами: наковальней,

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 57 из 135

колесом, палитрой, резцом скульптора, свистком. Тут же изображены гении со светильниками Знаний.

Пандус служил естественным возвышением для обращения к учащимся, собиравшимся перед входом в здание. В центре его находится полукруглая арка, ведущая внутрь двора. Переход заканчивается изящнейшей полуротондой, стоящей на высоком цоколе, некогда спускавшемся лестницей в парк. Ротонду образуют стройные белокаменные колонны, увенчанные капителями ионического ордера тончайшей работы. Полуротонда соответствует полукруглой нише актового зала и расположенному над ним алтарю домовой церкви.

Сохранились некоторые внутренние помещения, построенные Д.И. Жилярди. Это бывшие мастерские, расположенные во флигелях на первых этажах, несколько аудиторий на втором этаже (сейчас в них расположены физическая и химическая лекционные аудитории, зал проектирования деталей машин, выставочный зал и др.) и два красивейших зала - актовый и домовой церкви. Для этих помещений характерны сводчатые перекрытия и множественные арки. Актовый зал по периметру украшен белыми колоннами и соответствующими пилястрами на стенах. Вверху на стенах — несколько барельефов в виде медальонов.

В значительной степени сохранилось также помещение домовой церкви. Она была освящена в честь небесной покровительницы вдовствующей императрицы Марии Федоровны Марии Магдалины в 1832 году самим митрополитом Московским Филаретом. Ее интерьер имел светский характер в отличие от архитектуры обычных русских церквей. Нарядные белые колонны, сходящиеся у алтаря полукругом, были украшены золочеными капителями; золоченый пояс лепного фриза обрамлял расписной плафон. В центре плафона — световой фонарь. Ни в одном другом помещении учебного заведения столь богатого убранства не было. В церкви проходили не только ежедневные богослужения, но и целый ряд торжественных актов: профессора и преподаватели училища давали присягу на верность службе, освящалось начало каждого важного для училища дела. По воспоминаниям современников, в церкви пел хороший, состоящий из воспитанников хор, который приходили слушать желающие из окрестных мест. В церковь приносились дары от членов царской фамилии и многочисленных благотворителей. Совершались здесь и печальные обряды: уважаемых всем техническим миром профессоров отсюда провожали в последний путь. В настоящее время в этом помещении заседают диссертационные советы, проводятся различные конференции и семинары.

Со всех сторон здание было окружено значительной территорией. Со стороны главного фасада — это парадный двор с подстриженными кустарниками, клумбами и изящным фонтаном. Со стороны Яузы — тенистый парк, обрамлявший стоящую на возвышении нарядную ротонду. Парковый фасад, смотревший на Головинский (Екатерининский) дворец, который располагался на противоположной стороне Яузы, выглядел весьма нарядно. Берега Яузы между Дворцовым и Госпитальным мостами, застроенные Лефортовским, Головинским дворцами, зданиями Ремесленного учебного заведения и госпиталя, были красивейшим уголком старой Москвы.

Усадьба была обнесена чугунной оградой, представляющей собой настоящий шедевр чугунного литья. Разделенные белокаменными колоннами отдельные ее части украшены литыми гирляндами, увитыми лентами, в центре которых размещены медальоны с характерными барельефами двух видов: головы древнегреческого бога

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 58 из 135

Гефеста с четырьмя загадочными словами по периметру медальона и цветочными композициями с лирой. Вверху и внизу вдоль ограды располагались литые меандры и розетки. По сторонам главного входа ограда была увенчана двумя въездными воротами с белокаменными львами.

Здание, построенное Жилярди, со скульптурным убранством работы Витали и чугунной оградой представляло собой уникальный архитектурный памятник первой трети XIX века, и его описание входило во все монографии по архитектуре Москвы тот времени.

1 июля 1830 голу император Николай I подписал Указ об открытии Московского ремесленного учебного заведения (МРУЗа) для подготовки «искусных мастеров с теоретическими, служащими к усовершенствованию ремесел и фабричных работ сведениями» и утвердил «Положение о Ремесленном учебном заведении». С этого года и ведет свое летоисчисление нынешний Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. Тогда же определились два основных направления в обучении воспитанников: механические и химические ремесла. С самого начала МРУЗ стал центром технического образования в России, а зарождавшаяся отечественная промышленность сразу же признала высокий уровень подготовки специалистов в новом учебном заведении.

На протяжении 175 лет учебное заведение несколько раз меняло свое наименование: 1830-1868 годы — МРУЗ; 1868—1917 годы — ИМТУ; 1917-1930 годы - МВТУ; 1930-1943 годы - МММИ им. Н.Э. Баумана; 1943-1989 годы — МВТУ им. Н.Э. Баумана; с 1989 года - МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В 1868 году был утвержден Устав училища, в первом параграфе которого было записано: «Императорское Московское техническое училище (ИМТУ) есть высшее специальное учебное заведение, имеющее главной целью образовывать механиковстроителей, инженеров-механиков и инженеров-технологов». Первыми кафедрами в училище были кафедры высшей математики, общей механики, общей и прикладной физики, построения машин, строительного искусства, технологии волокнистых веществ, общей химии, химической технологии.

В XIX веке технические науки и в целом высшее техническое образование переживали процесс становления, что не могло не отразиться на формировании учебного процесса в училище. В значительной мере все зависело от людей, которые работали в его стенах. Профессорами и преподавателями ИМТУ были такие выдающиеся ученые, как Д.И. Менделеев, Н.Е. Жуковский, П.Л. Чебышев, С.А. Чаплыгин, А.С. Ершов, Д.К. Советкин, А.В. Летников. Высокий авторитет профессорско-преподавательского состава и уровень подготовки выдвинули ИМТУ в ряд ведущих политехнических школ Европы. Во всем мире получила признание принятая в училище стройная система обучения ремеслу будущих специалистов — так называемый «русский метод подготовки инженеров». К 1903 году ИМТУ получило всеобщее признание лучшего машиностроительного вуза России. К этому времени стало ясно, что только научно поставленный опыт в современно оснащенной лаборатории может определить развитие техники. Позднее некоторые вузы мира формировались по такому образцу. Так, президент знаменитого Массачусетсского технологического института Дж. Рункль, получив из училища сделанную специально для американцев коллекцию моделей для обучения инженеров по «русскому методу», написал директору ИМТУ В.К. Делла-Восу: «За Россией признан полный успех в решении столь

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 59 из 135

важной задачи технического образования... В Америке после этого никакая иная система не будет употребляться». Им же была издана небольшая брошюра «Русский метод обучения ремеслам» инженеров и механиков».

Процесс взаимообогащения различных систем технического образования продолжал развиваться. Всемирные выставки, конгрессы, съезды, на которых бывали представители училища, способствовали расширению научных связей, укреплению авторитета ИМТУ. Именно тогда начали складываться деловые отношения с крупнейшими зарубежными фирмами; не менее важными были внутрироссийские связи с деловыми кругами, представители которых сознавали, что высшие учебные заведения являются центрами современной науки и техники. Научные общества, чтения и другие совместные инициативы укрепляли и обогащали связи ученых. Одной из таких инициатив стала организация в 1872 году Политехнической выставки, которая дала жизнь известному сейчас всем Политехническому музею. Созданное в ИМТУ Политехническое общество (1877) состояло только из воспитанников ИМТУ и заняло достойное место в ряду российских научных и технических организаций.

Бесценные плоды принесло созданное профессорами и преподавателями ИМТУ и Московского университета Общество содействия успехам опытных наук и их практических применений имени Х.С. Леденцова. Оно поддерживало своими субсидиями талантливых изобретателей и, главное, давало средства на оборудование лабораторий, в том числе тех, которые стати первыми научно-исследовательскими институтами России: физической лаборатории П.Н. Лебедева, лаборатории психофизиологических исследований И.П. Павлова, аэродинамической лаборатории Н.Е. Жуковского и др. Это было единственное в России общество, выполнявшее работу, аналогичную деятельности фонда Карнеги.

Мировые процессы начала XX века обострили проблемы развития технического прогресса и. как следствие, российского технического образования. Ректор ИМТУ, известный ученый-теплотехник В.И. Гриневецкий, в 1915 году выдвинул «Проект преобразования Императорского технического училища в школу политехнического тина». Он был убежден, что «...развитие инженерного образования должно идти в двух направлениях. С одной стороны, должна расти специализация преподавания, с другой усиливаться взаимодействие и тесное сотрудничество разных специальностей. Единственно школа политехнического типа при достаточно гибкой организации может удовлетворить обоим направлениям». При этом В.И. Гриневецкий был уверен, что в современном техническом нуле «широкий технический кругозор» должен быть связан с «некоторой специализацией». Следует обратить внимание и еще на одну высказанную им мысль - об экономическом образовании для инженера. Сегодня особенно важно оценить ее по достоинству. Такой глубоко продуманный, подкрепленный примерами и статистикой взгляд на дальнейшее развитие училища был поддержан профессорами и преподавателями ИМТУ. а затем реализован на практике.

В начале XX века внутренняя парковая часть дворца стала застраиваться вспомогательными корпусами лабораторий и мастерских. В 40-х годах приступили к строительству нового здания, законченного к 1960 году и составившего со зданием Ремесленного учебного заведения единый комплекс. Новое здание построено в стиле помпезной архитектуры 50-х годов XX века. Явно заметна разностильность архитектуры этих двух частей.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 60 из 135

Постановлением государственных органов охраны и использования памятников истории и архитектуры Москвы «Слободской дворец. XVIII век (Московское высшее техническое училище, 1827—1830 гг.). Главное здание. Парадный двор с оградой и двумя воротами» признаны памятником архитектуры (Гос. охр. № 163). Комплекс зданий, построенных в период 1940—1960-х годов, является памятником советской архитектуры.

И в настоящее время историческое здание Императорского Московского технического училища, памятник архитектуры XVIII века, используется в учебном процессе. В нем располагается уникальная фундаментальная техническая библиотека университета, научные фонды которой насчитывают более трех миллионов томов. Исключительную историческую ценность представляет фонд хранения редких книг, куда входят экземпляры XVIII—XX веков, такие, например, как диссертация Д.И. Менделеева, научные труды Н.Е. Жуковского и многие другие. В самом здании дворца регулярно проходят ремонтные и реставрационные работы для поддержания его в надлежащем техническом состоянии с целью продолжения активного использования в учебном и научном процессах МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Меняются эпохи, политические условия, меняется мир, но важно быть верными традициям, бережно хранить все ценное, что оставили нам наши предшественники.

3.1. Научные и инженерные школы МГТУ им. Н.Э.Баумана

Начиная с 70-х годов XIX столетия, развитие Императорского московского технического училища (ИМТУ) совпало с развитием капиталистического способа производства в России. Историческая заслуга ученых ИМТУ, а затем МВТУ, состоит в том, что они первыми в России создавали научные лаборатории, машины и технологии их производства, развивали инженерное образование. Можно сказать, что 70-е годы стали началом зарождения инженерных школ в России.

После утверждения в 1868 г. устава ИМТУ на инженерные кафедры приглашались профессора Московского университета, имеющие склонность к техническим приложениям. И первым был Н.Е. Жуковский, который, по выражению С.А. Чаплыгина, создал не одну научную школу, а школу школ. Профессора Московского университета заложили своим питомцам понимание необходимости фундаментальности изучения предмета, его физической сущности.

Кроме математики, физики, теоретической механики, химии, термодинамики, возглавлявшихся выпускниками Московского университета, необходимо отметить общеинженерные школы: по сопротивлению материалов, деталям машин, теории механизмов и машин, гидрогазодинамике, начертательной геометрии и инженерной графике, электротехнике и ряд других, которые возглавляли воспитанники МВТУ.

Особую ценность МГТУ составляют естественнонаучные и общеинженерные научные школы, дающие студентам фундаментальное образование, позволяющие широко и глубоко мыслить в любом инженерном направлении, расширять свои знания по специальности, создавать новые научные направления и приложения науки. Научные школы МГТУ создавались и в настоящее время продолжают развиваться на приложениях науки к машиностроению и приборостроению.

Часто машиностроение связывают только c результатами инженерной деятельности, в которой, казалось бы, нет науки. Машины делают более удобными, надежными, с лучшими функциональными свойствами. Конструктор решает сотни различных взаимосвязанных вопросов. Возьмем только один вопрос - трение взаимоподвижных деталей. Сила трения зависит от материалов, свойств поверхностного слоя деталей, смазки, удельного давления, скорости скольжения, свойств окружающей среды, температуры. На практике встречается множество различных сочетаний этих условий. В энергонагруженных машинах (например, двигатели внутреннего сгорания, паровые и газовые турбины) нарушение режимов работы подшипников может приводить к серьезным авариям. Особенно, в сложных условиях работает турбонасосный агрегат жидкостного ракетного двигателя: одна половина его вала работает в жидком кислороде или водороде, а другая - при высокой температуре сгорающего топлива. Поскольку насос и газовая турбина находятся в одном жестком корпусе, возникают острые проблемы сопряжения деталей, создания новых материалов.

МГТУ готовит конструкторов машин и приборов. Конструктор, проектируя новую машину с лучшими функциональными свойствами, должен понимать возможность их реализации, ее привлекательность для военных или гражданских технических областей, вместе с материаловедами - возможность создания новых материалов, вместе с технологами - создания машины в производстве, вместе с эксплуатационниками - на-

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 62 из 135

дежность эксплуатации. Например, академик Борис Иванович Каторгин в 1958 г. с отличием окончил МВТУ, много лет работает в «НПО Энергомаш» имени академика Валентина Петровича Глушко и создает лучшие в мире жидкостные ракетные двигатели. Новый двигатель РД-180, представленный на международном конкурсе в США для модернизации ракеты-носителя Атлас, победил на конкурсе, и «НПО Энергомаш», уже 12 лет существуя без госзаказа, работает на мировой рынок, продолжает развивать технологию производства ракетных двигателей. На сегодня в США поставлено 29 таких двигателей.

Кроме перечисленных проблем с турбонасос- ным агрегатом, главная задача в ракетостроении заключается в том, чтобы с каждого килограмма сожженного топлива получить максимальную силу тяги для разгона ракеты. В двигателе РД-180 при давлении 260 атм. сжигается 1,2 т/с топлива при минимальном весе двигателя. При этом надо учитывать и то, что двигатель работает в условиях больших оборотов турбонасосного агрегата, многокомпонентного вибрационного режима, изменяющегося вектора скорости ракеты. Необходимо также исследовать физико-химические и гидрогазодинамические процессы, чтобы обеспечить заданную тягу двигателя и ее динамику, необходимую для подбора свойств автомата стабилизации в целях обеспечения устойчивости полета ракеты как автономной замкнутой системы.

Обращая внимание на широту научных и инженерных интересов Бориса Ивановича Каторгина, следует также отметить, что он руководит созданием агрегатов ядерных ракетных двигателей, непрерывных сверхзвуковых химических лазеров большой мощности.

Примером целеустремленности в научных исследованиях служит академик Евгений Александрович Федосов, окончивший кафедру «Теория систем автоматического управления» МВТУ в 1952 г. Со студенческих лет воспитавший в себе необходимость понимания физических основ изучаемых явлений и процессов, ставший через 10 лет после окончания МВТУ директором НИИАС, лично побывавший во многих горячих точках Азии и Африки, где участвовала отечественная авиация, он стал крупнейшим ученым по созданию и управлению авиационным вооружением.

В 1939 г. СССР потребовалось резко усилить вооружение армии, в связи с чем в МВТУ

было создано три оборонных факультета: бронетанковый, артиллерийский и боеприпасов. И в этой области проявили себя выпускники МВТУ.

Вячеслав Александрович Малышев окончил МВТУ в 1934 г., во время Великой Отечественной Войны был министром танковой промышленности и заместителем Председателя СНК СССР.

Борис Львович Ванников окончил МВТУ в 1926 г., трижды Герой Социалистического Труда, был министром боеприпасов СССР и вместе с И. В. Курчатовым создавал атомную бомбу.

Кстати, после Великой Отечественной Войны в оборонной промышленности около 80% руководящих работников были бауманцы.

40 лет назад в МВТУ создана и регулярно пополняется галерея выдающихся ученых - основателей научных школ университета. Перечислю некоторых из них.

МВТУ всегда славилось развитием конструкторского мышления. Первый в России атлас конструкции был издан в 1888 г. Профессор, заведующий кафедрой М.А. Саверин

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 63 из 135

возглавил разработку стандартов в машиностроении. В 1947-1950 гг. был опубликован 15-томный ЭСМ (главный редактор Е.А. Чудаков, заместитель главного редактора М.А. Саверин). Редакторами и авторами 10 томов в основном были также бауманцы.

Воспитанников МВТУ Е.А. Чудакова и М.К. Кристи в нашей стране по праву считают родоначальниками теории и создания колесных и гусеничных машин. Они внесли весомую лепту в создание автомобильного и тракторного институтов НАМИ и НАТИ.

К 1920-м годам строительная механика превратилась в крупнейшую научную школу МВТУ, лучшими представителями которой были известные ученые М.М. Черепашинский, П.А. Велихов, Н.С. Стрелецкий, В.Г. Шухов.

В годы пятилеток и, особенно, после войны в МВТУ сложился крупный научный коллектив специалистов по прочности в машиностроении. В настоящее время школа динамики и прочности машин, насчитывающая в МГТУ около тридцати профессоров, самая сильная в России.

Импульсом для развития теплотехники стало производство паровых двигателей для Волжского пароходства. Воспитанник Московско

го университета Н.И. Мерцалов развивал исследования в области термодинамики, выпускники ИМТУ создавали необходимую технику: Л.К. Рамзин - прямоточные котлы высокого давления, К.В. Кирш, Г.Ф. Кнорре - топки для сжигания топлива, Л.П. Смирнов - паровые машины. В 1921 г. по инициативе МВТУ организован Всесоюзный теплотехнический институт им. В.И. Гриневецкого и К.В. Кирша.

В 1902 г. была основана специальность, а затем и кафедра «Паровозостроение». В этой области существенный научный и инженерный вклад внесли: Н.Е. Жуковский - динамика паровоза, С.П. Сыромятников (в 1943 г. избран академиком) - тепловые процессы паровоза, М.Н. Щукин - строительство паровозов, А.Н. Шелест создавал тепловозные лаборатории. (В 1961 г. специальность «Локомотивостроение» с лабораториями передана в Московский институт инженеров транспорта.)

По инициативе В.И. Гриневецкого в 1906- 1907 учебном году были созданы первые экспериментальные установки с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). В 1907 г. В.И. Гриневецкий выпустил первый в мировой литературе труд «Тепловой расчет рабочего процесса ДВС», его воспитанники Н.Р. Бриллинг, Е.К. Мазинг, Г.Г. Калиш, А. С. Орлин создали лаборатории по изучению ДВС, теорию процессов, стали в стране признанными лидерами в области двигателестроения.

В 1920 г. была создана кафедра холодильных машин, а С.Я. Герш является создателем в МВТУ первой вузовской школы криогенщиков.

Заведующий кафедрой, директор крупного предприятия «Наука» Г.И. Воронин руководил разработкой и созданием систем жизнеобеспечения для авиации и космонавтики. В настоящее время под руководством профессоров А. М. Архарова, В.А. Матвеева, В.Н. Рождествина разработана крио-СВЧ аппаратура для медицинских клиник.

После окончания Московского университета В.В. Уваров поступил на работу в МВТУ и стал заведовать кафедрой «Газовых турбин». Он является создателем первого в мире высокотемпературного турбовинтового двигателя, его работы опережали время.

В начале прошлого столетия была создана гидравлическая лаборатория, осенью 1904 г. в ней начались занятия. Под руководством А.И. Астрова, И. И. Куколевского, С. С. Руднева изучали теорию кавитации, создавали гидравлические насосы и турбины,

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 64 из 135

гидроприводы, проводили консультации по строительству Беломорско-Балтийского канала. Был создан Всесоюзный научно-исследовательский институт гидромашиностроения.

Реализация и развитие идей через производство - основной тезис технологов механосборочного производства, где бесспорными лидерами были А.П. Гавриленко, В.М. Кован, В. С. Корсаков, И.М. Беспрозванный.

И. И. Сидорин, ученик академика А.М. Бочвара, возглавил отдел в ЦАГИ, добился преобразования этого отдела в самостоятельный институт ВИАМ, поддержал А.Н. Туполева в создании металлического самолета и создал для этого легкий материал.

В 20-х годах прошлого века профессор Н.Н. Рубцов создал и развивал технологию литейного производства деталей машин, в 1941 г. под его руководством была разработана технология литья мин в кокиль, а в 1942 г. эта технология была принята в производство на 71 заводе страны. Профессор Г.Ф. Баландин разработал теорию формирования отливок с учетом физико-химических и тепловых процессов.

В связи со строительством автомобильных заводов возникла острая необходимость в подготовке специалистов по обработке металлов давлением. В 1930 г. первая в стране кафедра была организована в МВТУ, ее возглавил выпускник МВТУ А.И. Зимин. Профессор Е.А. Попов разработал теорию листовой штамповки. Академик А.И. Целиков развил теорию и практику прокатного производства, в 1935 г. возглавил в МВТУ кафедру, создал ВНИИМЕТМАШ. В настоящее время член-корреспондент РАН А.М. Дмитриев разрабатывает методы магнитноимпульсной штамповки порошковых материалов.

Приборостроительные специальности в МВТУ начали развиваться с 1929 г., а в 1936 г. был создан факультет приборостроения. По заказам Министерств вооружения и оборонной промышленности организуется выпуск специалистов по оптико-электронным приборам и радиотехнике. Во главе этих направлений стояли крупные ученые, имеющие опыт работы в промышленности: Ф.В. Дроздов, И.А. Турыгин, С. И. Фрейберг.

С 1948 г. в течение 40 последующих лет кафедру «Системы автоматического управления» возглавлял профессор В.В. Солодовников. Он развил частотный метод, широко применяемый в инженерной практике. В настоящее время под руководством профессора К.А. Пупкова разрабатывается концепция интеллектуального управления. Академик Е.П. Попов является создателем прикладной теории управления в нелинейных системах и основ теории робототехники.

Развитие авиации и ракетно-космической техники требовали подготовки специалистов по гироскопическим системам. В 1939 г. кафедру авиационных приборов возглавил один из крупнейших ученых-механиков, окончивший Московский университет, академик Б.В. Булгаков. Сменил его на этом посту в 1948 г. также выпускник МГУ С.С. Тихменев, а в 1962 г. кафедру возглавил выпускник МВТУ Д.С. Пельпор. Под их руководством написаны и опубликованы десятки монографий и учебников, более 20 приборных систем приняты на вооружение армии.

Талантливый инженер, профессор А.М. Кугушев 31 год заведовал кафедрой радиоэлектроники. Под его руководством изучались фазированные решетки, сложные радиосигналы, загоризонтная радиолокация; создан радиотелескоп в г. Дмитрове, совместно с институтами РАН доведенный для работы в миллиметровом диапазоне длин волн.

С 1983 г. кафедрой «Радиоэлектронные системы» заведует И. Б. Федоров. Под его руководством выполнены исследования по загоризонтной радиолокации, и их результаты используются в Вооруженных силах России и при разработке спецтехники.

Существуют и многие другие современные прикладные разработки, над которыми работают ученые МГТУ. Следует отметить, что шесть научно-исследовательских институтов, организованных согласно Постановлениям Правительства, работают под научно-методическим руководством институтов РАН.

3.2. Шухов Владимир Григорьевич



Владимир Григорьевич Шухов — выдающийся ученый и инженер. Его технические идеи принесли русской инженерной школе мировое признание, и по сей день остаются актуальными. Россия по праву гордится своими талантливыми учеными и изобретателями, достижения которых значительно обогатили цивилизацию, внесли весомый вклад в решение глобальных вопросов человечества.

В.В.Путин, президент Российской Федерации

Идеи гениального инженера и конструктора Владимира Григорьевича Шухова (1853–1939) сегодня востребованы во всем мире. Более полувека – с последней четверти XIX по 30-е годы XX столетия – работы Шухова определяли достижения России и ее мировой приоритет в самых разных областях инженерной мысли.

Диапазон творческих интересов Шухова был поразительно широк. Архитектура, нефтепереработка, теплотехника, гидравлика, судостроение, военное дело, реставрационная наука — во всех этих столь разнородных областях он сделал фундаментальные изобретения, создал технологии и конструкции, ставшие прорывом в будущее. Он придумал безотходный процесс переработки нефти, построил экологически безопасный танкер, изобрел надежные нефтехранилища и нефтепроводы.

В. Г. Шухов является изобретателем первых в мире гиперболоидных конструкций и металлических сетчатых оболочек строительных конструкций (патенты Российской империи № 1894, 1895, 1896; от 12 марта 1899 года, заявленные В. Г. Шуховым 27.03.1895-11.01.1896). Для Всероссийской промышленной и художественной выставки 1896 года в Нижнем Новгороде В. Г. Шухов построил восемь павильонов с первыми в мире перекрытиями в виде сетчатых оболочек, первое в мире перекрытие в виде стальной мембраны (Ротонда Шухова) и первую в мире гиперболоидную башню удивительной красоты (была куплена после выставки меценатом Ю. С. Нечаевым-Мальцовым и перенесена в его имение Полибино (Липецкая область), сохранилась до настоящего времени). Оболочка гиперболоида вращения явилась совершенно новой, никогда раньше не применявшейся в архитектуре формой. После Нижегородской выставки 1896 года В. Г. Шухов разработал многочисленные конструкции разнообразных сетчатых стальных оболочек и использовал их в сотнях сооружений: перекрытиях общественных зданий и промышленных объектов, водонапорных башнях, морских маяках, мачтах военных кораблей и опорах линий электропередач. 70-метровый сетчатый стальной Аджигольский маяк под Херсоном – самая высокая односекционная гиперболоидная конструкция В. Г.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 67 из 135

Шухова. Радиобашня на Шаболовке в Москве стала самой высокой из многосекционных шуховских башен (160 м).

С 1896 по 1930 год по проектам В. Г. Шухова было построено свыше 200 стальных сетчатых гиперболоидных башен. До наших дней сохранились не более 20. Неплохо сохранилась водонапорная башня в Николаеве (построена в 1907 году, ее высота с баком составляет 32 м) и Аджигольский маяк в Днепровском лимане (построен в 1910 году, высота – 70 м).

В. Г. Шухов изобрел новые конструкции пространственных плоских ферм и использовал их при проектировании покрытий Музея изящных искусств (ГМИИ им. Пушкина), Московского главного почтамта, Бахметьевского гаража и других многочисленных построек. В 1912–1917 гг. В. Г. Шухов спроектировал перекрытия залов и дебаркадер Киевского вокзала (бывшего Брянского) в Москве и руководил его возведением (ширина пролета – 48 м, высота – 30 м, длина – 230 м).

Работая над созданием несущих конструкций, Шухов вносил существенный вклад в окончательный проект зданий и невольно выступал в роли архитектора. В архитектурном облике павильонов Всероссийской промышленной и художественной выставки 1896 года, ГУМа и Киевского вокзала авторство Шухова определило наиболее впечатляющие черты сооружений.

Во время Первой мировой войны В. Г. Шухов изобрел несколько конструкций морских мин и платформ тяжелых артиллерийских систем, проектировал батопорты морских доков.

Конструкции Шухова завершают усилия инженеров XIX столетия в создании оригинальной металлической конструкции и одновременно указывают путь далеко в XX век. Они знаменуют собой значительный прогресс: опирающаяся на основные и вспомогательные элементы стержневая решетка традиционных для того времени пространственных фигур была заменена сетью равноценных конструктивных элементов.

Шухов изобрел также арочные конструкции покрытий с тросовыми затяжками. До нашего времени сохранились арочные: стеклянные своды покрытий В. Г. Шухова над крупнейшими московскими магазинами: Верхними торговыми рядами (ГУМ) и Фирсановским (Петровским) пассажем. В конце XIX века Шухов вместе со своими сотрудниками составил проект новой системы водоснабжения Москвы.

В 1897 году Шухов построил для металлургического завода в Выксе цех с пространственно-изогнутыми сетчатыми парусообразными стальными оболочками перекрытий двоякой кривизны. Этот цех сохранился на Выксунском металлургическом заводе до наших дней. Это первое в мире сводообразное выпуклое перекрытие-оболочка двоякой кривизны.

Сооружение в 1919—1922 гг. башни для радиостанции на Шаболовке в Москве явилось самой известной работой В. Г. Шухова. Башня представляет собой телескопическую конструкцию высотой 160 м, состоящую из шести сетчатых гиперболоидных стальных секций. После аварии на строительстве радиобашни В. Г. Шухов был приговорен к смертной казни с отсрочкой исполнения приговора до окончания строительства. 19 марта 1922 года началась трансляция радиопередач, и В. Г. Шухов был помилован.

Регулярные трансляции российского телевидения через передатчики Шуховской башни начались 10 марта 1939 года. Долгие годы изображение Шуховской башни

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 68 из 135

являлось эмблемой советского телевидения и заставкой многих телепередач, включая знаменитый «Голубой огонёк».

Сейчас Шуховская башня признана международными экспертами одним из высших достижений инженерного искусства. Международная научная конференция «Heritage at Risk. Сохранение архитектуры XX века и Всемирное наследие», прошедшая в апреле 2006 года в Москве с участием более 160 специалистов из 30 стран мира, в своей декларации назвала Шуховскую башню в числе семи архитектурных шедевров русского авангарда, рекомендованных на включение в список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

В 1927–1929 гг. В. Г. Шухов, принимая участие в реализации плана ГОЭЛРО, превзошел эту башенную конструкцию, построив три пары сетчатых многоярусных гиперболоидных опор перехода через реку Оку – ЛЭП НиГРЭС – в районе города Дзержинска под Нижним Новгородом.

Шуховские башни в Москве и на Оке являются уникальными памятниками архитектуры русского авангарда.

Последним крупным достижением В. Г. Шухова в области строительной техники стало выпрямление накренившегося во время землетрясения минарета древнего медресе Улугбека в Самарканде.

Владимир Григорьевич Шухов – автор проекта и главный инженер строительства первого российского нефтепровода Балаханы – Чёрный Город (Бакинские нефтепромыслы, 1878 г.), построенного для нефтяной компании «Бр. Нобель». Проектировал и затем руководил работами по постройке нефтепроводов фирм «Бр. Нобель», «Лианозов и Ко» и первого в мире мазутопровода с подогревом. Работая на нефтяных промыслах в Баку, В. Г. Шухов разработал основы подъема и перекачки нефтепродуктов, предложил метод подъема нефти с помощью сжатого воздуха – эрлифт, разработал методику расчета и технологию строительства цилиндрических стальных резервуаров для нефтехранилищ, изобрел форсунку для сжигания мазута.

В статье «Нефтепроводы» (1884) и в книге «Трубопроводы и их применение в нефтяной промышленности» (1894) В. Г. Шухов привел точные математические формулы для описания процессов протекания по трубопроводам нефти, мазута, создав классическую теорию нефтепроводов. В. Г. Шухов – автор проектов первых российских магистральных трубопроводов: Баку – Батуми (883 км, 1907), Грозный – Туапсе (618 км, 1928).

В 1896 году Шухов изобрел новый водотрубный паровой котел в горизонтальном и вертикальном исполнении (патенты Российской империи № 15434 и 15435 от 27 июня 1896 года). В 1900 году его паровые котлы были отмечены высокой наградой — на Всемирной выставке в Париже Шухов получил золотую медаль. По патентам Шухова до и после революции были произведены тысячи паровых котлов.

- В. Г. Шухов примерно с 1885 года начал строить на Волге первые русские речные танкеры-баржи. Монтаж осуществлялся точно запланированными этапами с использованием стандартизированных секций на верфях в Царицыне (Волгоград) и Саратове.
- В. Г. Шухов и его помощник С. П. Гаврилов изобрели промышленный процесс получения автомобильного бензина непрерывно действующую трубчатую установку термического крекинга нефти (патент Российской империи № 12926[6] от 27 ноября 1891

года). Установка состояла из печи с трубчатыми змеевиковыми нагревателями, испарителя и ректификационных колонн.

Через тридцать лет, в 1923 году, в Москву прибыла делегация компании «Синклер Ойл», чтобы получить информацию о крекинге нефти, изобретенном Шуховым. Ученый, сравнив свой патент 1891 года с американскими патентами 1912–1916 годов, доказал, что американские крекинг-установки повторяют его патент и не являются оригинальными. В 1931 году по проекту и при техническом руководстве В. Г. Шухова был построен нефтеперерабатывающий завод «Советский крекинг» в Баку, где впервые в России был использован шуховский патент на крекинг-процесс при создании установок для получения бензина.

3.3. Жуковский Николай Егорович



Выдающийся ученый, отец русской авиации

ЖУКОВСКИЙ Николай Егорович родился 17 января 1847 года в небольшом имении Орехово Владимирской губернии. Его отец Егор Иванович Жуковский в 1832 году окончил Петербургский институт инженеров путей сообщения и работал на постройке шоссейных дорог (например, Московско-Нижегородской шоссейной дороги), был талантливым инженером.

На скудные средства, которые давало хозяйство, Е.И. Жуковскому и его жене Анне Николаевне приходилось содержать большую семью — четырех сыновей и двух дочерей. Несмотря на ограниченность средств, родители сумели всем детям дать хорошее образование. Николай Егорович первоначально получил домашнее образование, в 1858 году он поступил в 4-ю Московскую гимназию на Покровке, которую окончил с серебряной медалью в 1864 году. В последних классах гимназии Н.Е. Жуковский мечтает поступить в Петербургский институт инженеров путей сообщения, в котором учился его отец. Однако в связи с ухудшением материального положения семьи Жуковских Николай Егорович был вынужден продолжать свое образование в Москве.

В 1861 году Н.Е. Жуковский поступил на физико-математический факультет Московского университета и в 1868 году блестяще его окончил по специальности «Прикладная математика».

После окончания университета Николай Егорович работает преподавателем во Второй женской гимназии, одновременно готовится к сдаче магистерских экзаменов, В январе 1872 года Николай Егорович был утвержден преподавателем математики в Императорском Московском техническом училище (ИМТУ), с которым навсегда связал свою жизнь.

В это же время он принимал активное участие в физическом кружке, организованном молодым блестящим профессором физики Московского университета Л.Г. Столетовым, с которым Николая Егоровича соединяла тесная дружба.

В 1874 году Н.Е. Жуковский был утвержден доцентом на кафедре аналитической механики И МТУ. Работая над вопросами гидромеханики, Николай Егорович пишет свое

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 71 из 135

знаменитое сочинение магистерскую диссертацию — «Кинематика жидкого тела», которое он опубликовал в 1876 году в VIII томе Математического сборника.

13 октября 1876 года Н.Е. Жуковский блестяще защитил Московском университете магистерскую диссертацию. Вскоре Педагогический совет ИМТУ командирует его на лето 1877 года за границу с целью «собирания материалов к продолжению, изданного им сочинения по гидродинамике и ознакомления с чтением означенного предмета в политехнических школах Германии и Франции». К осени 1877 года Н.Е. Жуковский вернулся из-за границы. Поездка имела большое влияние на его дальнейшее научное развитие, выработку научных взглядов, оценку различных направлений в области математики и механики.

Преподавание механики в ИМТУ шло успешно. В 1878 году для Николая Егоровича была создана кафедра теоретической механики, которой он руководил до конца своей жизни, в течение 43 лет. 13 октября 1879 года Н.Е. Жуковский был утвержден в должности сверхштатного профессора, что давало ему солидное общественное положение. Штатным профессором механики ИМТУ он был утвержден 8 апреля 1887 года, уже будучи доктором прикладной математики.

В Московском университете Н.Е. Жуковский был утвержден приват-доцентом в 1885 году, в следующем - экстраординарным профессором, а с 1887 года заведующим кафедрой механики, где также работал непрерывно до конца своей жизни.

Научные заслуги Николая Егоровича были отмечены в 1894 году избранием его членом-корреспондентом Российской Академии наук. В 1900 году его кандидатуру выдвинули в действительные члены Академии наук. Но Николай Егорович отказался принять это почетное предложение, так как положение академика обязывало его переехать в Петербург, Он не мог решиться покинуть Москву, оставить преподавание в ИМТУ и Московском университете, налаженные им кабинеты и лаборатории, а также многочисленных своих учеников.

Огромная разносторонняя научная деятельность, органическая связь его исследовательской работы с инженерными проблемами, положение признанного руководители всей научно-исследовательской деятельностью в области механики, а также авиационной науки и техники, - все это обеспечивало Н.Е. Жуковскому огромный авторитет как главы крупнейшей русской школы механики. В 1903 году его избирают вице-президентом, а в 1905 году — президентом Московского математического общества. На этом почетном посту он оставался 16 лет, до конца жизни. Николая Егоровича избирали Председателем ряда научных и инженерных обществ, почетным председателем съездов русских естествоиспытателей и врачей, председателем всех Всероссийских воздухоплавательных съездов, почетным членом ряда иностранных и российских университетов и высших технических школ.

Научная деятельность профессора Н.Е. Жуковского создала новую эпоху в развитии механической науки и техники. Н.Е. Жуковский не только автор большого числа важных открытий в механике, но также — ученый, коренным образом изменивший роль науки в технике. Заслуга Н.Е. Жуковского в том, что он сумел объединить самые тонкие теоретические исследования с методами технической механики и с экспериментом и направить всю мощь этих методов на исследование физических и технических явлений, на решение крупных инженерных проблем.

Творческий вклад Николая Егоровича Жуковского в науку о механике твердого и жидкого тела настолько значителен, что принес ему мировую известность, и его имя по праву стоит в одном ряду вместе с именами Гельмгольца, Кирхгофа. Томсона (Кельвина) и др. Очень образно об этом сказал прославленный русский ученый, сподвижник Н.Е. Жуковского — академик С.А. Чаплыгин: «Огромен был путь, совершенный Жуковским. Он своей светлой и могучей личностью объединял в себе высшие математические знания и инженерные науки. Он был лучшим соединением науки и техники, он был почти университетом».

Глубоко символичен тот факт, что к 40-летнему юбилею профессорской деятельности Н.Е. Жуковского 29 января 1911 года, по ходатайству Политехнического общества, совет ИМТУ присвоил Н.Е. Жуковскому звание инженера-механика с вручением золотого инженерного знака. Н.Е. Жуковский высоко ценил эту награду и с гордостью носил мот почетный знак.

Научное наследие Николая Егоровича огромно. Оно не определяется количеством работ, хотя их было около 200. В первой капитальной работе «Кинематика жидкого тела» (1876), Н.Е.Жуковский дал чрезвычайно ясную геометрическую картину законов движения малой частицы жидкости в потоке, которые лежат в основе изучения всех движений жидкости; эти законы положили начало чрезвычайно плодотворному развитию гидро- и аэродинамики.

В 1876 - 1885 годы Н.Е. Жуковский публикует ряд работ в области гидродинамики, например. «О реакции втекающей и вытекающей жидкости», «Об ударе двух шаров, из которых один плавает в жидкости». Он разбирает случаи упругих и неупругих шаров и показывает, что скорости после удара представляются теми же формулами, как и в случае обыкновенного удара шаров, только масса плавающего шара должна быть в этих формулах определенным образом увеличена на массу «присоединенной» жидкости.

В 1885 году выходит в свет капитальная работа Н.Е. Жуковского «О движении твердого тела, имеющего полости, наполненные однородной капельной жидкостью», удостоенная Московским университетом премии имени профессора Н.Д. Брашмана. Н.Е. Жуковский в наиболее общем и строгом виде дал полную теорию этого движения. Этой работой Жуковский вписал свое имя рядом с именами мировых корифеев теоретической механики и гидромеханики.

Говоря о работах Н.Е. Жуковского в области классической гидромеханики, следует указать на его выдающуюся работу «Видоизменение метода Кирхгофа для определения движения жидкости в двух измерениях при постоянной скорости, данной на неизвестной линии тока» (1890).

В этой работе Николай Егорович не пошел в направлении сложных аналитических исследований, а придал своему методу изящный и наглядный геометрический характер. Им разработан весьма эффективный теоретический метод решения важной задачи невязкого поперечного обтекания пластины с учетом отрыва потока на ней. Найдено решение, позволяющее определить границу каверны, внутри которой давление меньше, чем в невозмущенном потоке. Принятая модель течения дала возможность приближенно оценить силу сопротивления с учетом эффекта донного давления.

Методы, описанные в этой работе Н.Е. Жуковского, получили применение в важнейших задачах аэродинамики не только несжимаемой жидкости, но и в задачах о движении сжимаемого газа, играющих основную роль для скоростной авиации.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 73 из 135

Внимание Н.Е. Жуковского к вопросам движения вязкой жидкости связано с важными для практики задачами гидродинамической теории трения. Этому вопросу посвящены его работы «О движении вязкой жидкости, заключенной между двумя вращающимися эксцентрическими цилиндрами» и «О трении смазочного слоя между шипом и подшипником», написанные совместно с С.А. Чаплыгиным.

В первой задаче Н.Е. Жуковский вводи! круговые биполярные координаты и приводит ее к решению уравнения в частных производных второго порядка. Решая это уравнение, он находит как компоненты скорости внутри слоя, так и результирующее давление слоя на внутренний цилиндр, и результирующую пару.

Полное решение эта задача получила во второй работе, которая завершает гидродинамическую теорию смазки.

Особо примечательным является тот факт, что ряд капитальных работ Н.Е. Жуковского возник в результате исследования вопросов, по которым к нему обращались за консультациями. Ярким примером тому является исследование гидравлического удара в водопроводных трубах, принесшее ему еще в конце XIX века мировую известность.

В 1897 - 1898 годах по инициативе заведующего московским водопроводом Н.П. Зимина на Алексеевской водокачке инженеры К.П. Карельских. В.В. Ольденборгер и Н.Н. Березовский под руководством Н.Е. Жуковского провели всесторонние исследования гидравлического удара. Глубоко продуманная методика экспериментов и тщательное их исполнение обеспечили весьма высокое качество результатов, несмотря на ограниченные возможности измерения и регистрации нестационарных величин теми приборами, которыми располагали исследователи в те годы. Материалы экспериментов хорошо согласуются с разработанной Н.Е. Жуковским теорией гидравлического удара и неоднократно подтверждались последующими работами

Н.Е. Жуковский не только создал общую теорию гидравлического удара. Он решил также ряд практических задач, связанных с расчетом безопасного времени закрытия водопроводных кранов, расчетом воздушных колпаков, определением в трубопроводах мест, где скапливается воздух, определением места утечки в трубопроводе и расчетом давления при попадании ударной волны в тупиковые участки трубопроводов.

К 50-летию первых работ Н.Е. Жуковского по гидравлическому улару один из продолжателей его научной школы профессор И.И.Куколевский опубликовал расширенное содержание доклада «Гидравлический удар в простом трубопроводе». И.И.Куколевский в ИМТУ создал в 1901 году гидравлическую лабораторию, а в 1914 году кафедру гидравлики и гидромашин, которой успешно руководил 45 лет. В своем докладе И.И.Куколевский, высоко оценивая результаты исследований Н.Е.Жуковского, показал эффективность их применения при решении различных задач гидромашиностроения.

Н.Е.Жуковский - великий русский механик. До него теоретическую механику рассматривали в вузах России не как естественную науку, а как прикладную математику, как отрасль анализа, созданную Лангражем. С 1871 года Николай Егорович в ИМТУ впервые начал читать курс теоретической механики и, разделяя известное высказывание И. Ньютона о том, что «в механике примеры учат не меньше, чем правила», вел практические занятия со студентами. Николай Егорович в противоположность Ж. Лагранжу развивал теоретическую механику как естественнонаучную дисциплину.

Особого внимания заслуживает яркая и фундаментальная работа Н.Е. Жуковского «О прочности движения» — его докторская диссертация, защищенная в Московском

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 74 из 135

университете 30 апреля 1882 года. Она была напечатана в 1882 году в «Ученых записках Московского университета», а сообщена им впервые VI съезду русских естествоиспытателей и врачей 27 декабря 1879 года. Эта работа создана им до появления фундаментальных работ в области устойчивости движения великого русского ученого академика А.М. Ляпунова, т. е. в период, когда имелись лишь первые исследования в этой области.

Внимание Н.Е. Жуковского к проблемам воздухоплавания было приковано еще задолго до начата развития авиации. В ноябре 1881 года он сделал доклад в Политехническом обществе «Но поводу брошюры Мерчинского об аэростатах», в 1890 году опубликовал статью «К теории летания», посвященную вопросу о происхождении силы тяги, а через год появилась его работа «О парении птиц», в которой исследованы криволинейные траектории и предсказана возможность осуществления «мертвой петли» (реализована летчиком П.Н. Нестеровым в 1914 году).

В своем докладе «О воздухоплавании» (1893) Николай Егорович произнес знаменитые пророческие слова «Человек не имеет крыльев и по отношению веса своего тела к весу мускулов он в 72 раза слабее птицы... Но я думаю, что он полетит, опираясь не на силу своих мускулов, а на силу своего разума». 15 ноября 1905 года Н.Е. Жуковский сообщил Московскому математическому обществу о своем открытии и сформулировал теорему о подъемной силе, носящей в мировой литературе его имя. Эта работа опубликована в 1906 году под названием «О присоединенных вихрях».

В последующем все внимание Н.Е. Жуковского было сосредоточено на второй сложнейшей задаче создании теории гребного винта. В 1912-1919 годах он опубликовал четыре капитальных статьи под названием «Вихревая теория гребного винта». Появившиеся затем работы ВН. Юрьева, Н.Н. Поляхова и других исследователей существенно дополнили теорию воздушных винтов, а работы Г.Х. Сабинина и К.П. Вешкевича развили теорию ветроколеса

Работы по теории крыла и теории винтов принесли Н.Е. Жуковскому мировую известность и поставили его имя в первый ряд подлинных создателей аэродинамики. Но одной теории мало. Николай Егорович ясно показал, что механика есть ветвь естествознания и для познания сложных процессов движения, силовых взаимодействий необходим научно поставленный эксперимент. Уже в 1902 году Н.Е. Жуковский построил в Московском университете малую аэродинамическую трубу длиной 7 м с квадратным сечением 0,75, которая была одной из первых в Европе. В 1910 году в Московском университете была построена труба длиной 10 м и внутренним диаметром 1,6 м, а в 1914 году под руководством Николая Егоровича на средства Л.П. Рябушинского в поселке Кучино под Москвой создана первая в России аэродинамическая лаборатория с аэродинамической трубой длиной 14,5 м и диаметром 1,2 м.

Осенью 1909 года Н.Е. Жуковский организовал в ИМТУ студенческий воздухоплавательный кружок. В кружок вошли ближайшие ученики Николая Егоровича. С самого начала работа кружка пошла по двум направлениям: теоретическому и экспериментальному. Душой всех начинаний был Николай Егорович. Под его руководством студенты совершенствовали методику и технику эксперимента, проектировали и изготовляли аэродинамические трубы, измерительную аппаратуру и модели самолетов. Неплохо научился управлять планером студент А.Н. Туполев, впоследствии академик и крупный советский авиационный конструктор. Из кружка вышли такие

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 75 из 135

выдающиеся деятели авиации, как Б.С. Стечкин, Б.Н. Юрьев, В.П. Ветчинки и. А.А. Архангельский. Г.М. Мусинянц, Г.Х. Сабинин и другие.

Начавшаяся в августе 1914 года, Первая мировая война внесла новое содержание как в деятельность аэродинамической лаборатории ИМТУ (образована в 1905 году) — фактически главного аэродинамического центра России того периода, так и, естественно, в деятельность самого Николая Егоровича. Военное ведомство загрузило аэродинамическую лабораторию выполнением срочных заданий. В связи с этими поручениями Н.Е. Жуковский поставил перед военно-техническим управлением вопрос об отпуске средств на создание при аэродинамической лаборатории ИМТУ «Расчетно-испытательного бюро (РИБ)». Такое бюро было создано, его руководителем утвержден НЕ. Жуковский, работниками бюро в основном были члены воздухоплавательного кружка.

По предложению и под руководством Николая Егоровича при ИМТУ в начале войны были организованы теоретические курсы военных летчиков. Н.Е. Жуковский читал лекции, а практические занятия в лаборатории вели В.П. Ветчинкин и Г.И.Лукьянов. С осени 1914 по январь 1918 года их окончили 242 человека.

К концу 1918 года относится создание Н.Е. Жуковским научного центра авиации Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ).

Экспериментальной базой начального периода деятельности ЦАГИ явилась аэродинамическая лаборатория МВТУ.

Николай Егорович со своими учениками успешно разрабатывает теорию ветряных двигателей. В числе первых трудов ЦАГИ литографированными изданиями выходят три статьи Н.Е. Жуковского по ветряным мельницам, и в том числе статья «Ветряная мельница типа НЕЖ». Расчет ветряков проводился на основе совершенной вихревой теории, разработанной Н.Е. Жуковским в 1912—1918 годах для воздушных гребных винтов. Были найдены наиболее рациональные формы лопастей для ветряных мельниц и рассчитана эффективность ветряков при различных скоростях и направлениях ветра. В среднем новая форма лопастей ветряков увеличила их эффективность в полтора раза.

Н.Е. Жуковский — активный член Комиссии особых артиллерийских опытов. Он выступает с докладами, посвященными труднейшей задаче газовой динамики — определению сил сопротивления при движении артиллерийского снаряда со скоростями, большими скорости звука. В основу исследования положена теория скачка уплотнения и разрежения, при которой сохраняется полная энергия и выполняется теорема о количестве движения, причем соблюдается условие распространения без изменения волны в одну определенную сторону вдоль окружающего спокойного воздуха.

Многогранная научная деятельность Н.Е. Жуковского внесла свой вклад в становление автомобильной науки. В конце XIX столетия Н.Е. Жуковский сплотил вокруг себя группу энтузиастов, занимающихся созданием силовых установок и обоснованием их применения на различных транспортных машинах. В эту группу входили создатели будущих отечественных силовых установок и транспортных средств различного назначения: Е.А. Чудаков, Б.С. Стечкин, В.Я. Климов. А.А. Микулин. М.К. Кристи и др. Под руководством Н.Е. Жуковского для неотложных нужд страны создавались аэросани, в этих работах активное участие принимали М.К. Кристи, основоположник науки о танке и тракторе, и Е.А. Чудаков основоположник науки об автомобиле. С 1919 года ученик Николая Егоровича П.К. Энгельмейер начал читать в ИМТУ курс об автомобиле, а в 1936

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 76 из 135

году по инициативе Е.А. Чудакова была организована кафедра «Автомобили», которую он возглавлял до конца своей жизни.

В те годы воздухоплавание и автомобиль являлись главным образом спортивными увлечениями. Н.Е. Жуковский, окружавшая его талантливая молодежь и даже члены семьи Николая Егоровича увлекались зимними видами спорта.

В 1917 году Н.Е. Жуковским была прочитана лекция в собрании Московского математического общества на тему «К динамике автомобиля», позднее (1923) она в виде статьи была опубликована в журнале «Мотор». Этой работой Н.Е. Жуковский положил начало активно развивающемуся в настоящее время направлению в науке об автомобиле — нестационарному повороту колесных машин.

Влияние идей Н.Е. Жуковского на развитие теории движения автомобиля не ограничивается рассмотренными выше положениями об устойчивости и управляемости. Ранее, в 1905 году. Н.Е. Жуковский опубликовал статью «Теория прибора инженера Ромейко-Гурко», в которой были заложены основы теории качения жесткого колеса по твердой опорной поверхности. Идеи Н.Е. Жуковского, развитые в этой статье, послужили основой известной работы Е.А. Чудакова о циркуляции мощности в системе бездифференциальной тележки с эластичными колесами, являющейся и до настоящего времени актуальной при проектировании многоосных колесных машин со смешанным типом привода.

Общеизвестно высказывание Николая Егоровича Жуковского, что но силе впечатления лекционный способ стоит выше других приемов преподавания и ничем не заменим, вместе с тем этот способ есть и самый экономный во времени. В лекциях слушателями раскрывается как бы лаборатория научного мышления, показывается историческое становление научной истины, являются качество мышления лектора и его воззрения на идеалы науки и цель научного мышления. Только на лекциях можно понять сущность той или иной научной школы. Только на лекциях можно услышать оценки новых научных методов исследования и ясно понять, что внес в сокровищницу мировой научной мысли сам лектор, насколько близок ему и плодотворен процесс созидания новых интеллектуальных ценностей. К такому идеалу лекционного преподавания был близок Н.Е. Жуковский.

Н.Е. Жуковский соединял в себе проницательного наблюдателя природы, остроумного экспериментатора и глубокого теоретика, способного к математическим обобщениям и необычайному взлету творческой мысли. Но он любил науку не только объясняющую мир, но и указывающую пути для его перестройки. В нем жила душа инженера, созидающего мир реальных вещей.

Самоотверженная, напряженная работа, которую вел Николай Егорович, несмотря на преклонный возраст, и тяжелые условия жизни зимой 1919 - 1920 годов подорвали его здоровье. В начале 1920 года в возрасте 73 лет Н.Е. Жуковский заболел тяжелым воспалением легких. Его крепкий организм успешно боролся с болезнью, и весной его помещают в один из лучших подмосковных санаториев «Усово». 16 мая 1920 года в возрасте 25 лет умерла от туберкулеза его любимая дочь Елена Николаевна. Тяжелые переживания, вызванные смертью дочери, подломили здоровье Николая Егоровича. В конце 1920 года он заболел брюшным тифом и 17 января 1921 года Николай Егорович скончался.

Почти за полувековой период работы в училище Н.Е. Жуковский получил не только научные результаты мирового значения в области теоретической и прикладной механики, гидро- и аэродинамики, устойчивости движения, но и создал научные школы, дальнейшее развитие которых существенно повлияло на фундаментальность научных исследований и подготовку инженеров в Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана.

3.4. Королёв Сергей Павлович



Советский ученый и конструктор, академик АН СССР, организатор ракетной и космической программ, основоположник практической космонавтики, член АН СССР, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии и Золотой медали им. Константина Эдуардовича Циолковского АН СССР. Дважды Герой Социалистического Труда.

КОРОЛЁВ Сергей Павлович родился 31 декабря 1906 года. По новому стилю это случилось 12 января 1907 года. Это имя неразрывно с началом эры освоения человеком космоса, самыми первыми трудными шагами в разработке ракет. Наследие великого мыслителя и теоретика К.Э. Циолковского оставило глубокий след в душе будущего конструктора и стало причиной страстного увлечения построением ракетных летательных устройств.

Будучи не только ученым, но и хорошим организатором долгие годы руководил работой нескольких научных институтов и конструкторских бюро, занимавшихся разработкой ракет. В июле 1932 года он становится во главе Группы реактивного движения. После года напряженной работы уже в августе 1933 года запускаются проверочные варианты ракеты на гибридном топливе ("ГИРД-09"). Следом в ноябре того же года произведен запуск аналогичных жидкотопливных ракет ("ГИРД-X"). Карьера стремительно набирает обороты, с 1933 года Сергей Королев становится заместителем начальника Реактивного института, в последующие 5 лет его назначения также тесно переплетены с тематикой ракетного устройства.

Блестящая карьера внезапно прерывается. Королева арестовывают в 1938 году и осуждают на долгие 10 лет в результате ложного обвинения. Тем не менее, Королев продолжает научные изыскания, тематика его работ завязана на разработке самолета-бомбардировщика Ту-2 (под началом А.Н.Туполева) с осени 1940 года, когда его переводят в ЦКБ-29 НКВД СССР. Здесь ученый наряду с главной темой параллельно занимался разработкой идей по созданию перехватчика ракет и разрабатывал модели управляемой аэроторпеды.

Данные работы привели в 1942 году к новому назначению в лабораторию, занимавшуюся вопросами авиационного использования двигателей от ракет. Очередное место заключения королева — конструкторское бюро НКВД СССР при авиационном заводе в г. Казань.

1939 и 1940 годы ознаменованы созданием управляемой крылатой ракеты (212) и запуском опытной модели ракетного планера (РП-318-1). Начиная с 1942 года и вплоть до Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 79 из 135

1946 года, Королев в должности заместителя главного конструктора по двигателям курирует вопросы применения жидкостных ускорителей ракет для всех типов самолетов, включая боевые. С августа 1946 года в ведение ученого добавляется проектирование баллистических ракет.

Научный гений Королева стал основой создания ракет средней и межконтинентальной дальности, признаны во всем мире его идеи практической космонавтики. Невозможно переоценить роль Королева в обеспечении стратегического паритета ракетной и космической отраслей страны, позволившего нашему государству стать лидирующей космической державой.

На земле создавались космические комплексы, а в небесную высь впервые поднялись межконтинентальная баллистическая ракета, ракета-носитель "Восток", спутник Земли — эти события происходили под непосредственным руководством и при личном участии Королева.

Человечество впервые поднялось с Земли (Ю.А.Гагарин) и вышло в открытый космос (А.А.Леонов) на космических кораблях, эфир бороздят созданные руками человека спутники Земли – все это результат гениальной прозорливости ученого.

Фантастический до сегодняшнего дня проект пилотируемого полета на красную планету Марс начинался под руководством Королева. Идеи по проектированию долговременной орбитальной станции легли в основу разработки принципиально новой космической конструкции - аппарата «Союз».

К глубокому сожалению, ученый не смог заняться реальным претворением в жизнь многих своих идей и не стал свидетелем того, что космонавты получили возможность нахождения без скафандров с защитными приспособлениями в оборудованном для подобных целей жилом отсеке в течение продолжительного времени. Первая аппаратная стыковка двух советских кораблей "Союз" на околоземной орбите, когда космонавтами было выполнено перемещение из одного корабля в другой через открытый космос, тоже случились уже без Королева.

Конструктор был одержим идеей полета человека на Луну, но она осталась не осуществленной при его жизни, позже лунная программа затормозилась, а изучение Луны велось беспилотными космическими аппаратами.

Роль главного конструктора не была ограничена только тематикой космических аппаратов. В его ведении находились осуществление космических программ и некоторых прикладных научных направлений в сфере ракетостроения. Научные идеи и труды Королева развиваются и продолжаются звездной плеядой его учеников, имевших честь работать с этим гениальным ученым.

Главный конструктор скончался 14 января 1966 года в возрасте 59 лет. Смерть прервала полет неординарных мыслей гения, но ярко высветила выдающуюся роль Королева в формировании великолепных профессиональных коллективов конструкторов, ученых, инженеров, плодотворно функционирующих в области ракетной и космической техники. Какие невообразимые высоты могли быть достигнуты, если бы не его преждевременный уход.

Заслуги ученого были высоко оценены. Академией наук страны учреждается золотая медаль его имени «За выдающиеся заслуги в области ракетно-космической техники», а в учебных заведениях учреждаются именные стипендии. В городах, связанных с жизнью и деятельностью ученого воздвигнуты монументы и созданы музеи.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 80 из 135

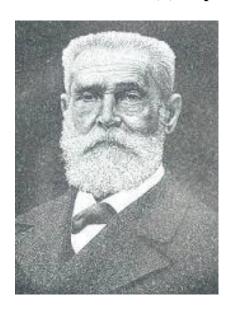
Его имя присвоено учебным заведениям, нескольким городам, бессчетному количеству улиц, высокогорному пику и перевалу, лунному кратеру.

Королёв награжден многими орденами страны и удостоен нескольких самых высоких званий, в том числе звания Героя Социалистического Труда, которое получил, когда еще даже не был подписан указ о его реабилитации.

Имя Королёва, учитывая государственную важность его деятельности, было скрыто завесой секретности при жизни, о нем не говорили при запуске первого спутника и после полёта Гагарина.

Королев похоронен в Москве у Кремлёвской стены.

3.5. Советкин Дмитрий Константинович



Заведующий учебными мастерскими училища, основоположник научной школы практической подготовки инженеров

СОВЕТКИН Дмитрий Константинович - родоначальник «русского метода обучения ремеслам». В 1873 году в Москве вышла книга «Описание учебных коллекций, назначенных для изучения механических искусств в мастерских Императорского Московского технического училища», которая и была посвящена этому методу. Открытие, сделанное Д.К. Советкиным, заключалось в системном обучении рабочих механическим ремеслам. Мало кому известный инженер-механик удивил всех прозорливостью, способностью видеть за отдельными фактами общие закономерности и делать нужные выводы, с решимостью отбрасывать устоявшиеся веками представления.

Наблюдая за рабочими различных профессий и специальностей, Д.К. Советкин в их трудовых приемах обнаружил общую первооснову, которой являлась операция. Для того времени понятие «операция», как и рассуждения Советкина о труде рабочего на производстве, казались неожиданными.

В 1868 году в Императорском Московском техническом училище (ИМТУ) началась разработка «систематического метода преподавания в учебных мастерских механических искусств», активное участие в которой, кроме Д.К. Советкина принимали директор училища В.К. Делла-Вос, помощник главного инженера-механика, ученый мастер А. П. Платонов и другие. В следующем году была создана комиссия под председательством Д.К. Советкина, в задачи которой входило применение этого метода практического обучения в мастерских механического завода ИМТУ. Продукция завода изготовляемая для промышленных предприятий по частным заказам, включала в себя десятки наименований, в числе которых паровые машины, молотилки, приводы, мукомольные мельницы, насосы, прессы, строгальные, сверлильные, токарные станки и пр.

Метод был прост: научись сначала делать несложную вещь, присматриваясь к работе мастера и повторяя за ним, затем переходи к более сложной, научившись, следуй далее. И так до тех пор, пока после механического копирования и долгих лет ученичества не приобретешь опыт. Приемы, разработанные Советкиным, представляли собой систематический переход к следующим одна за другой операциям со все возрастающей

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 82 из 135

сложностью. Так, впервые в мире была создана строимая, логически связная, научная система производственного обучения.

В 1876 году на Всемирной выставке в Филадельфии были подробно представлены материалы о системе, предложенной Советкиным. впоследствии получившей название «русский метод обучения ремеслам». Профессор Массачусетского технологического института Д. Ранкл назвал русскую систему производственного обучения «Светом, который проник в Америку из России». По просьбе Д. Ранкла в ИМТУ были изготовлены образцы учебных моделей для проведения занятий в технологическом институте в Бостоне.

В 1880 году в Вашингтоне была открыта образцовая школа ручного труда, в которой обучение велось по русской системе. Вскоре и в других промышленных центрах США возникли аналогичные школы. В американской научной литературе утвердился термин «русская система ручных упражнений». Два года спустя международная экспертиза на Парижской выставке (1878) единодушно присудила ИМТУ высшие награды за «систематический метод преподавания...». Метод, разработанный в училище, оказал глубокое воздействие на производственное обучение в США и во многих странах Европы.

Дмитрий Константинович Советкин понимал, что успех обучения рабочего зависит от многих составляющих и, чтобы проверить и применить на практике свои принципы, занял должность директора Владимирского земского ремесленного училища. Став директором, он, может быть, раньше других увидел изъяны своей «программы систематического обучения механическим искусствам», ее отставание от требований жизни, от логики профессионального обучения.

Д.К. Советкин в условиях Владимирского земского ремесленного училища перестроил свою систему обучения: первый год ученики занимались в столярной мастерской, второй — в слесарной, а на третьем году выбирали специализацию слесаря или столяра-модельщика.

Дмитрий Константинович, заметив, что мастер не справляется с делом, сам показывал ученику приемы работы. Он говорил: «Затруднение иметь хороших мастеров для ремесленных школ так велико, что, нам кажется, прежде чем устраивать ремесленные школы, необходимо предварительно подумать, где взять таких мастеров и как их приготовить».

Д.К. Советкин пробыл директором Владимирского земского ремесленного училища 15 лет, затем ушел в отставку, оставаясь до самой смерти в 1912 году почетным членом совета этого училища.

Разработанная Дмитрием Константиновичем система производственного обучения способствовала тому, что обучение профессии приобретало право называться наукой.

3.6. Сатель Эдуард Адамович



Выдающийся инженер, ученый и организатор производства, один из основоположников научной школы технологии машиностроения

САТЕЛЬ Эдуард Адамович родился в 1885 году в семье обрусевшего француза. В 1911 году он окончил Императорское Московское техническое училище (ИМТУ). В студенческие годы Эдуард Адамович работал конструктором и технологом в студенческом научном кружке под руководством профессора В.И. Гриневецкого, внедряя вузовские научно-технические разработки в производство на Людиновском локомобильном заводе. Эти годы сформировали в Сателе комплексный подход к теории и практике, науке и образованию, конструкции и технологии.

Обучаясь в аспирантуре, Э.А. Сатель стажировался на заводах Германии. Швейцарии и Англии, где изучал зарубежный опыт производства локомотивов и дизелей в целях последующего его применения в России. Он знакомится с особенностями конструкции изделий, с применяемым оборудованием и его оснащением, приспособлениями и инструментами, методами управления и организацией производства (в частности, поточно-массового). Изучает технологические процессы и экономику производства, технологическую культуру изготовления, сборки, контроля и испытаний, методы лабораторных исследований, подходы к подготовке кадров для промышленности.

Эдуард Адамович обладал пытливым умом, имел феноменальную память, свободно владел тремя европейскими языками, был одержим работой. Стажировка за рубежом дала ему знания, которые он использовал и приумножал всю свою последующую жизнь.

Такие вопросы, как научная организация труда, приемы и методы рационального использования материалов и энергии, оптимизация затрат но трудоемкости и себестоимости продукции и ее функционально-стоимостный анализ, всегда привлекали его. Передовые технологические процессы и средства технологического оснащения, гибкие к изменяющимся производственным условиям, новые машиностроительные материалы, виды заготовок и полуфабрикатов, комплексная автоматизация, эффективные методы подготовки кадров - вот основные технические и технико-экономические показатели и новации машиностроительного производства, всегда интересовавшие Э.А. Сателя.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 84 из 135

Значительным вкладом Эдуарда Адамовича в развитие технологической науки и практики являются основополагающие труды по технологичности конструкций изделий.

Роль Э.А. Сателя в становлении и развитии отечественной промышленности можно оценить, анализируя его научную и организаторскую деятельность. Эдуард Адамович занимал важные посты в промышленности. Он внедрил в практику ряд передовых организационно-экономических принципов обеспечения технологичности конструкций изделий. Такие принципы, как унификация, нормализация, типизация, группирование и стандартизация изделий и средств технологического оснащения были реализованы им на Коломенском паровозостроительном заводе, на многих заводах Московского региона в бытность его техническим директором Московского машиностроительного треста (1922— 1930). В 1931 — 1935 годах как технический директор Сталинградского тракторного завода Сатель впервые решал комплексную задачу освоения поточно-массового производства первого отечественного трактора СТЗ-НАТИ на основе практической реализации принципов технологичности конструкций изделий крупногабаритной техники. Эти же методы затем использовались и при освоении поточно-массового производства танков. Подобный подход был применен им и на Новокраматорском заводе тяжелого машиностроения при отработке на технологичность конструкции прокатного стана в условиях единичного производства.

Одновременно с деятельностью по развитию машиностроения страны Э.А. Сатель значительное внимание уделял проблеме подготовки инженерно-технических кадров, в которых нуждалась отечественная промышленность. Он основал и успешно руководил кафедрами организации машиностроительного производства и технологии и организации производства в Московском промышленно-экономическом институте (1922), в Промышленной академии им. И.В. Сталина (1928), в Сталинградском механическом институте (1933). Звание профессора было присвоено ему в 1925 году.

В его лекционных курсах излагались научные основы организации и планирования машиностроительных предприятий, технической подготовки производства и организации труда, а также научные основы технологичности конструкции изделий. Это было новое научное направление в технологии, одним из основоположников которого являлся Э.А. Сатель.

Обобщение достижений в данной научной области было настолько полно осуществлено в работе Эдуарда Адамовича «Технологичность конструкции (учет особенностей технологии изготовления деталей при их конструировании)», опубликованной в 1953 году, что ее актуальность сохраняется и по сей день. Эти вопросы легли в основу докторской диссертации, которую он защитил в 1941 году в училище.

В предвоенные годы Э.А. Сатель участвует в организации оборонных факультетов Московского механико-машиностроительного института (МММИ) имени Н.Э. Баумана и в 1940 году ему разрешают руководить по совместительству кафедрой производства артиллерийских систем. В эти годы кафедра оснащается станочным оборудованием, новейшими приборами, что во многом явилось заслугой Э.А. Сателя — председателя Всесоюзной комиссии по качеству поверхности.

Одновременно в предвоенные годы и во время Великой Отечественной войны Сатель руководил Главным техническим управлением Наркомата вооружений и определял техническую политику СССР в области вооружений, обеспечивая тактико-

технические характеристики, качество боевых машин и их превосходство над техникой противника.

После возвращения училища из эвакуации в апреле 1943 года кафедра «Производство артсистем» возобновляет учебную и научно-исследовательскую работу в Москве. В том же году была опубликована монография Э.А. Сателя «Технология и технические ресурсы».

В послевоенные годы в основу организации учебного процесса на кафедре были положены новые научные направления, в основном оборонного машиностроения (применение специальных материалов, высокие требования к качеству и надежности конструкции), которые потребовали проведения исследований по научным направлениям, ориентированным на решение проблем механической обработки деталей артиллерийского вооружения.

В 1949 году Э.А. Сатель публикует книгу «История артиллерийского производства». В этот период проводилась организация мощной научной лаборатории на кафедре «Производство артиллерийских и ракетных систем». В 1955 году в годовщину 125-летия Московского высшего технического училища (МВТУ) имени Н.Э. Баумана приказом министра оборонной промышленности лаборатория получила статус Проблемной лаборатории отрасли.

В эти годы Э.А. Сатель совместно с сотрудниками кафедры активно занимался изданием научных трудов, посвященных основам организации и планирования машиностроительных предприятии в СССР, основам технической подготовки производства и организации труда, проблемам развития технологии машиностроения, технологичности конструкции и подготовки инженеров-машиностроителей.

Деятельность Э.А. Сателя свидетельствует о его выдающейся роли в развитии машиностроения страны и освоении прогрессивных методов подготовки инженерных кадров. При организации учебного процесса учитывались наиболее значимые проблемы оборонной промышленности страны и намечались пути технического решения этих проблем.

Эдуард Адамович Сатель — выдающийся технолог и организатор промышленности России — скончался в 1968 году.

В память о Герое Социалистического Труда, заслуженном деятеле науки и техники РСФСР, докторе технических наук, профессоре Эдуарде Адамовиче Сателе была торжественно открыта мемориальная доска на стене исторического здания Главного корпуса Московского государственного технического университета (МГТУ) имени Н.Э. Баумана.

3.7. Сидорин Иван Иванович



Руководитель школы материаловедения в машиностроении

СИДОРИН Иван Иванович родился 25 февраля 1888 года в Москве на Нижней Красносельской улице, где в то время его отец, Иван Иванович, и мать, Мария Ивановна, снимали квартиру.

Весной 1907 года Сидорин поступил в Императорское Московское техническое училище (ИМТУ), которое готовило специалистов едва ли не по всем известным тогда техническим дисциплинам.

В 1905 году ИМТУ получило автономию и право выбирать себе ректора. Первым ректором был избран молодой профессор А.П. Гавриленко, буржуазный демократ, пользующийся большим авторитетом у профессуры и студентов, которым он отчасти покровительствовал, но вместе с тем стремящийся изгнать политику из стен училища. А.П. Гавриленко и его деятельный помощник профессор В.И. Гриневецкий в 1906 году ввели свободное слушание лекций и предоставили студентам полную самостоятельность в выборе и распределении занятий в соответствии с их наклонностями. В результате такого нововведения появилось много новых предметов, учебный процесс, сохранив энциклопедичность, углубился, расширился и приобрел большую специализацию.

В 1914 году Сидорин блестяще окончил химическое отделение ИМТУ по металлургической специальности, представив в качестве дипломного «Проект доменного завода для Юга России», составленный им на основе материалов, собранных на Александровском и Днепровском заводах во время практики.

Спустя более полувека в МВТУ им. Н.Э. Баумана с Днепровского завода прислали чертеж доменной печи, выполненный И.И. Сидориным еще в 1913 году. Чертеж хранился в архиве завода, и ни у кого не поднималась рука выбросить его, так он был хорош.

С начала Первой мировой войны и до 1917 года Иван Иванович находился в армии.

Вернувшись в Москву, с 1 сентября 1917 года он приступает к работе в ИМТУ. Спустя год ректор ИМТУ В.И. Гриневецкий писал: «И.И. Сидорин является необходимым и незаменимым специалистом по ведению практических занятий в механической лаборатории училища и единственным работником по производству испытаний металлов,

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 87 из 135

сплавов, металлических конструкций и деталей машин для различных советских учреждений, Военного комиссариата путей сообщения и др.». Не прекращая педагогической и научно-исследовательской работы в училище, Сидорин преподавал в Броневой школе (1918) и в Школе авиационных техников-механиков (1919).

В 1920 году Иван Иванович Сидорин был назначен Управлением военновоздушных сил Рабоче-крестьянской Красной армии (УВВС РККА) постоянным членом Научно-технического совета по авиационному материаловедению. Им были разработаны первые в СССР технические условия на все авиационные материалы.

Одновременно он руководит упражнениями по курсу «Сопротивление материалов» и ведет курс «Технология металлов». В 1924 году ему поручают заведовать механической лабораторией, а уже в 1925 году она преобразуется в Институт испытаний материалов. В 1925 году И.И. Сидорин создает в МВТУ два новых курса: по металловедению и автоавиаматериалам. В 1926 году его единогласно избирают профессором, а в 1929 году поручают руководство кафедрой металловедения.

По инициативе Ивана Ивановича в 1930 году в Московском механикомашиностроительном институте (МММИ) имени Н.Э. Баумана создается специальность — металловедение и термическая обработка металлов, а в 1931 году — металлографическая лаборатория.

В первые годы организации ЦАГИ И.И. Сидорин взялся за создание нового отдела по испытаниям авиационных материалов и конструкций, который за 10 лет превратился в научно-исследовательский институт. «История возникновения и развития металлического самолетостроения у нас в стране, — рассказывал Иван Иванович, — началась с закрытия концессии немецкой фирмы «Юнкерс», которая по договору с советским правительством должна была организовать в Москве завод по постройке металлических самолетов».

Возглавив комиссию по анализу дел фирмы «Юнкере», Иван Иванович написал большой отчет, в котором отметил общее плохое состояние дел концессии, невыполнение ею ряда условий договора и отсутствие желания делать новые капиталовложения для организации производства дуралюмина и его полуфабрикатов в России. Концессию «Юнкере» предполагалось закрыть.

Для обсуждения этого вопроса И.И. Сидорина лично пригласили в Кремль. Беседа была долгой. В результате ему было поручено начать работу по организации производства дуралюмина и его полуфабрикатов в СССР собственными силами.

Уже через несколько дней металловед Сидорин вместе с одним из членов правления Госпромцветмета отправились на автодрезине (поскольку поезда на станцию Пекша в то время ходили редко) во Владимирскую область на Кольчугинский металлургический завод. Осмотрев все цеха завода, они поручили начальникам литейного, прокатного и волочильного цехов начать опыты по производству полуфабрикатов из дуралюмина.

Процесс налаживания производства отечественного дуралюмина на Кольчугинском заводе под руководством И.И. Сидорина продолжался два года (1922—1923). Полученные образцы дуралюмина Иван Иванович, как правило, испытывал в механической лаборатории МВТУ, которая в течение многих лет была его научной базой.

В середине сентября 1922 года Иван Иванович вернулся в Москву с новыми образцами металла, из которого уже можно было пытаться построить самолет.

Новый сплав алюминия в память о заводе, где он впервые был получен, правление Госпромцветмета решило назвать кольчугалюминием. Так во Владимирской области, в поселке Кольчугино, который издревле славился изготовлением кольчуг, родился «крылатый» металл.

День рождения кольчугалюминия, по словам А.Н. Туполева, стал днем рождения конструкторского бюро и опытного завода. И вот 26 мая 1924 года первый отечественный цельнометаллический самолет АнТ-2, построенный по проекту Туполева из кольчугалюминия, поднялся с Ходы некого аэродрома в небо. Испытание самолета было поручено летчику-инженеру Петрову, ученику Н.Е. Жуковского по МВТУ и теоретическим курсам авиации.

Опытный самолет из кольчугалюминия успешно прошел все испытания. С мотором в 100 лошадиных сил при скорости полета 160 километров в час и высоте 3600 метров АнТ-2 соответствовал уровню лучших самолетов того времени.

Взяв на себя ответственность за рекомендацию кольчугалюминия в качестве основного материала для производства металлических самолетов, И.И. Сидорин как инженер прекрасно понимал, что налаживание производства кольчугалюминия потребует переоборудования заводов, постройки новых печен взамен старых, оставшихся от производства латуни.

25 июля 1924 года правление Госпромцветмета утвердило сметы на переоборудование Кольчугинского завода (в сумме 52 500 рублей золотом) и завода «Красный выборжец» (в сумме 29 402 рублей).

Но пока эти ассигнования не были реализованы, И.И. Сидорин по просьбе Госпромцветмета выехал на один из военных заводов для проверки работы военных приемщиков, которые забраковали по внешнему виду 100 % листов кольчугалюминия и остановили работу завода. Ему пришлось работать на заводском складе в течение трех дней и лично проверять качество каждого листа. Годные листы Сидорин отмечал своим клеймом. Таких листов он обнаружил половину, столкнувшись со случаем так называемого психологического брака. Военная приемка еще не знала свойств дуралюмина и боялась каждой царапины на листе.

Обобщая всесторонние исследования кольчугалюминия и его термической обработки, И.И. Сидорин в 1925 году издал монографии «Исследование кольчугалюминия» и «Исследование кольчугалюминиевых профилей», которые стали настольными книгами всех конструкторов, работавших в области металлического самолетостроения. Работа «Исследование кольчугалюминиевых труб» в рукописном виде была разослана по всем конструкторским бюро и заводам авиационной промышленности.

Весной 1925 года по распоряжению ВСНХ И.И. Сидорин вместе с А.Н. Туполевым и Б.С. Стечкиным были командированы на несколько месяцев за границу для изучения опыта работы научно-исследовательских институтов и авиационных заводов Германии, Франции и Англии. Командировка давала возможность посетить авиационные заводы ведущих европейских стран и собрать богатый материал для ЦАГИ и будущего ВИАМа.

В конце мая 1925 года Иван Иванович выехал в Лондон, чтобы в течение двух недель собрать дополнительные сведения по авиационной части, а также осмотреть Национальную физическую лабораторию (НФЛ), «если Чемберлен, в конце концов, разрешит». Осмотрев НФЛ, ее механическую, металлургическую, аэродинамическую, физическую части, а также водный канал, использовавшийся для изучения судов, Иван

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 89 из 135

Иванович не пожалел, что ему пришлось задержаться в Лондоне еще на пару недель. 18 мая 1925 года он вернулся в Москву с ценным материалом для научно-исследовательской работы.

14 мая 1926 года научно-технический совет УВВС обсудил вопрос о создании межведомственной комиссии для разработки и уточнения технических условий на все полуфабрикаты кольчугалюминия. При этом было вынесено решение «просить ЦАГИ образовать комиссию в следующем составе: председатель комиссии И.И. Сидорин, заместитель председателя А.П. Гуров и представители Авиатреста и Госпромцветмета». Эта комиссия работала в течение долгого времени. Ее участниками были написаны, согласованы и утверждены все технические условия на все полуфабрикаты кольчугалюминия, а также разработаны методы контроля механических свойств этого сплава.

Значительные сдвиги в производстве кольчугалюминия произошли в 1929 году, когда был задействован завод им. К.Е. Ворошилова.

Проводя всесторонние исследования кольчугалюминия, Иван Иванович вместе с тем работал и в области деревянного самолетостроения, выполняя задание правительства по обеспечению промышленности авиационной древесиной (авиалесом).

В 1926 году по предложению председателя ВСНХ Ф.Э. Дзержинского И.И. Сидорин организовал Бюро по авиалесу в составе 25 ученых-лесоводов. В задачи Бюро входило исследование лесных насаждений СССР и определение мест произрастания высококачественной древесины, главным образом ясеня, липы, сосны, а также кедра, который шел на производство пропеллеров. Все эти лесные породы нередко объединяли в понятие «авиационная древесина». В соответствии с указаниями, разработанными Бюро по авиалесу, авиационная промышленность СССР производила заготовки авиационной древесины в течение многих лет.

Переход от деревянного самолетостроения к серийному металлическому был долгим и психологически трудным. Многомоторные самолеты, первые русские воздушные гиганты «Русский витязь» и «Илья Муромец», по которым можно было ходить, как по палубе корабля, с размахом крыльев 27 и 37 метров, в свое время потрясли мир. Со времен Первой мировой воины в России велось производство деревянных самолетов; один только московский завод «Дукс» мог давать в месяц примерно 60 самолетов. «Россия — страна лесов, в ней лучшая авиационная древесина, поэтому будем ориентироваться на свое реальное богатство — лес», — говорили сторонники деревянного самолетостроения.

Дискуссия о деревянных и металлических конструкциях началась еще во время проектирования и строительства аэросаней и широко развернулась к середине 1920-х годов. На всех заседаниях по этому вопросу А.Н. Туполев и И.И. Сидорин. оперируя научными данными, отстаивали преимущества легких сплавов перед деревом. Аргументы Туполева основывались на сравнительных расчетах крыла, на удельных нагрузках для тяжелых и скоростных самолетов. Сидорин говорил о надежности металлов, о возможности усиления их прочности, приводил в пример свои первые в СССР статистические исследования цельнометаллического (из дуралюмина) самолета немецкого производства. В 1972 году А.Н. Туполев вспоминал: «Мы нажили немало противников даже среди весьма маститых специалистов. Они говорили: «Россия не имеет алюминия, зато обладает несметными запасами лучшей в мире древесины». — «Нет алюминия — значит надо его получить!» — отвечали мы».

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 90 из 135

В августе — сентябре 1926 года на опытном цельнометаллическом полутораплане АнТ-3 под названием «Пролетарий» летчик Н.М. Громов и бортмеханик Е.В. Радзевич совершили первый круговой перелет но столицам Европы. Через год уже на серийном самолете АнТ-3 «Наш ответ» летчиком С.А. Шестаковым и бортмехаником Д.В. Фуфаевым был совершен большой «восточный» перелет — в Токио и обратно. Исторические перелеты на цельнометаллическом полутораплане АнТ-3 вселяли уверенность в правильности выбранного пути.

Крупнейшим завоеванием отечественной металлургической промышленности и авиапромышленности в 1920-х годах стал серийный выпуск цельнометаллического самолета АнТ-4, на котором экипаж летчика С.А. Шестакова под руководством инженера В.М. Петлякова в 1929 году совершил первый перелет в Америку. Газета «Нью-Йорк тайме» писала: «Россия должна быть признана авиационной нацией. Прибытие в Сиэтл «Страны Советов» из Москвы не может не рассматриваться как подвиг...» Исторический перелет на АнТ-4 поднял авторитет инженеров ЦАГИ на Родине и среди мировой авиационной общественности.

В 1930—1932 годах на базе отделов и лабораторий ЦАГИ были созданы новые научно-исследовательские институты.

Отдел испытания авиаматериалов, выполнивший под руководством И.И. Сидорина ряд исследований, исключительно важных для авиапромышленности СССР, был преобразован в самостоятельный Всесоюзный научно-исследовательский институт авиационных материалов (ВИАМ), научным руководителем которого был назначен профессор И.И. Сидорин. В связи с этой работой Иван Иванович передал руководство созданной им в 1929 году кафедрой металловедения МВТУ (первой в Советском Союзе) своему ученику, оставив за собой чтение курса металлографии.

Спроектированная Иваном Ивановичем в начале 1920-х годов машина для определения предела усталости листовых материалов была передана в ВИАМ.

Созданное Сидориным в 1926 году Бюро по авиалесу вошло в структуру ВИАМа. Иван Иванович говорил, что нельзя полностью отказываться от использования дерева и пренебрегать опытом, который может оказаться бесценным. И был прав. Дереву еще предстояло спасти «страну лесов». Когда в 1941 году вышли из строя основные заводы по производству алюминия, возникла необходимость строить самолеты смешанной металлодеревянной конструкции: ЛаГГ, Як, МиГ, Ил-2.

В связи с 15-летием ЦАГИ в декабре 1933 года в Большом театре состоялось торжественное юбилейное заседание, на котором присутствовали руководители партии и правительства. Открывая торжественное заседание, нарком тяжелой промышленности Г.К. Орджоникидзе сказал: «Наша авиационная промышленность имеет неоспоримые огромные достижения. В этих достижениях наш сегодняшний юбиляр ЦАГИ играет решающую роль. Несколько лет назад наша авиационная промышленность целиком зависела от заграничной техники. Мы не имели моторов и самолетов своей конструкции. Теперь дело в корне изменилось. Мы имеем первоклассные моторы и самолеты своей, советской конструкции. Мы имеем мощную авиационную промышленность».

Как зачинатель новой отрасли науки и создатель центра авиационных материалов, И.И. Сидорин был награжден орденом Красной Звезды и персональным автомобилем.

Надвигалась Вторая мировая война. Приближалось время тяжелейших испытаний. В эти годы Сидорин упорно трудился над созданием и внедрением в производство

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 91 из 135

хромансиля — основной разновидности авиационной стали. С конца 1930-х годов ответственные конструкции в самолето- и машиностроении изготовляются из хромансиля.

В последние предвоенные годы и во время Великой Отечественной войны Иван Иванович, как и многие другие отечественные инженеры и ученые, работал вдали от дома, укрепляя оборонную мощь страны.

Работа на авиамоторном заводе в Казани в 1941 — 1942 годах была сверхнапряженной. Первое время у моторов горели клапаны. Но уже в конце 1942 года потребовалось построить новый мощный мотор для бомбардировщика дальнего радиуса действий. Просматривая список ста инженеров, выделенных авиаконструктором А.Д. Чаромским для этой ответственной работы. Верховный Главнокомандующий И.В. Сталин остановился на четырех фамилиях. Так, в конце 1942 года И.И. Сидорин был вызван в Москву и назначен главным металлургом 45-го авиамоторного завода, где в короткий срок был построен и внедрен в производство новый мощный дизельный мотор для бомбардировщика дальнего радиуса действий.

За работу на авиамоторных заводах в годы Великой Отечественной войны в 1945 году И.И. Сидорин был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Осенью 1946 гола он вернулся к работе в МВТУ им. Н.Э. Баумана. За последующие 30 лет И.И. Сидориным были разработаны и внедрены в производство новые высокопрочные сплавы, созданы новые технологические процессы, написан ряд научных трудов, проведена большая работа по изменению курса «Металловедение» и превращению его во всеобъемлющий курс «Материаловедение». В 1967 году И.И. Сидорин был награжден орденом Ленина.

Преподавание в МВТУ Иван Иванович оставил в возрасте 87 лет, абсолютно ослепнув. Кафедрой он руководил до 1972 года. Итогом многолетней работы кафедры стал новый учебник для вузов «Основы материаловедения». В 1977 году за многолетнюю работу по созданию новых алюминиевых сплавов И.И. Сидорину была присуждена премия имени Д.К. Чернова.

Для всей научной и инженерной деятельности Ивана Ивановича, по оценке его соратников и учеников, был характерен неизменный творческий поиск в самых новых областях науки и техники, что неизменно приводило к оригинальным и важным достижениям. В частности, выполненные им работы но созданию новых литейных алюминиевых сплавов и методов стабилизации титановых сплавов нашли широкое применение во многих отечественных отраслях машиностроения.

Наряду с этим Иван Иванович занимался разработкой физических методов неразрушающегося контроля качества материалов и изделий с применением радиоактивных изотопов и ядерных излучений. Положительные результаты этих работ и широкое внедрение их в промышленности явились основой создания научного направления по радиационным методам контроля.

В последние годы жизни он много работал над созданием целого ряда специальных сплавов.

Как зачинатель и виднейший деятель отечественного авиационного металловедения, И.И. Сидорин руководил многими общественными организациями союзного значения: Русским обществом испытания материалов, Всесоюзной ассоциацией испытания материалов, секцией авиаматериалов АВИАВНИТО и секцией металловедения НТО МАШПРОМ, был членом Международной ассоциации испытания материалов.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 92 из 135

Иван Иванович Сидорин умер 11 марта 1982 года на 95-м году жизни. Он похоронен на Даниловском кладбище, неподалеку от старинной часовенки из речного камня-известняка, рядом со своими предками.

3.8. Вавилов Сергей Иванович



Выдающийся ученый-оптик, президент АН СССР с 1946 по 1951 год, активный участник создания оптической специальности в МВТУ им. Н.Э. Баумана

ВАВИЛОВ Сергей Иванович родился в Москве в 1891 году в семье преуспевающего предпринимателя Ивана Ильича Вавилова, выходца из бедной многодетной крестьянской семьи из села Ивашкова Волоколамского уезда Московской губернии. Отец Сергея Ивановича пришел из деревни под Загорском в Москву и начал свою карьеру мальчиком в лавке.

Понимавший значение образования, Иван Вавилов дал детям все, что было возможно в этом отношении. Брат Сергея Ивановича, Николай Иванович Вавилов, стал всемирно известным ботаником. Рано умершая сестра Лидия была очень талантливым микробиологом.

Из коммерческого училища — а это были в то время весьма прогрессивные заведения — Сергей Вавилов вышел с прекрасным знанием языков, солидной подготовкой по основам естественных наук и отчетливо пробудившимся интересом к физике.

Затем был физико-математический факультет Московского университета. Сергей Вавилов не терял времени, уже на первом курсе он взял тему для научной работы «Выцветание красителей под действием света и тепла». Руководителем был ближайший помощник, а затем преемник П.Н. Лебедева, П.П. Лазарев — известный биофизик.

Трудно переоценить влияние, которое оказало на молодого студент пребывание в школе П.Н. Лебедева. Помимо общего духа страстной преданности науке, царившего там, надо отметить следующие важнейшие черты научного стиля П.Н. Лебедева. Первое — огромное внимание к технике эксперимента, к «рукомеслу», к остроумной методике опытов, вкус к рекордным экспериментам. Второе — неустанное расширение научной информации, вовлечение в обзорную и реферативную работу всех сотрудников, изучение предыстории каждого вопроса, критическое осмысление всех важнейших научных новинок. Третье — воспитание научного чутья, позволяющего определить наиболее принципиальные проблемы, нащупать «чувствительные точки» физики.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 94 из 135

Мировая война 1914 года застала СИ. Вавилова в чине вольноопределяющегося в саперных войсках. Прослужив всю войну в технических частях действующей армии, он сумел даже проделать исследование по радиотехнике в походной радиолаборатории. Оно было опубликовано в 1919 году под названием «Частота колебаний нагруженной антенны». Уже после смерти Сергея Ивановича была найдена рукопись еще одной радиотехнической работы «О методе определения расположения радиостанции по силе приема ее работы». Это, однако, не первые работы молодого Вавилова: ранее был напечатан его обзор «Фотометрия разноцветных источников» в 1913 году и оригинальная работа «Тепловое выцветание красок» в 1914, за которую он получил золотую медаль.

В 1918 году Сергей Иванович поступает работать в Москве к П.П. Лазареву, тогда уже академику. В 1920 году Сергея Ивановича назначают заведующим отделом физической оптики Института физики и биофизики Наркомздрава. В 1921 году, в тридцать лет, он определяет центральную тему своей научной жизни — люминесценцию, что, однако, ничуть не ослабит его интереса к физической оптике вообще, которой он будет заниматься до конца своих дней; наоборот, люминесценция станет одним из центров широких обобщений и итогов, которые найдут свое отражение в книге «Микроструктура света», изданной незадолго до его кончины. В этой, не имеющей аналога в мировой литературе, монографии, открывающей совершенно новую главу оптики — микрооптику, объединены темы работ Сергея Ивановича: квантовые флуктуации света, интерференция в ее микроскопическом аспекте и излучение молекул, окруженных поглощающей средой.

До 1931 года СИ. Вавилов был занят исследовательской работой в институте П.П. Лазарева, педагогической деятельностью в МГУ, в Московском высшем техническом училище (МВТУ) и в Московском высшем зоотехническом институте.

В это же время была написана работа по проверке закона Бугера — основного закона поглощения света. Интуитивно Сергей Иванович понимал, что розыск нелинейных оптических явлений, в особенности элементарных, закладывает фундамент будущего раздела оптики, а именно нелинейной оптики. Предугадывая, что люминесценция станет одним из важнейших средств изучения строения вещества. СИ. Вавилов начал фундаментальное изучение основных характеристик этого явления. Классические исследования выхода флуоресцентного свечения показали, что люминесценция есть не слабое побочное явление (как думали раньше), а основной вид энергетической конверсии поглощаемого света. Открыв закон постоянства квантового выхода люминесценции (закон Вавилова), Сергей Иванович сделал в люминесценции то же, что было сделано в явлении фотоэффекта Столетовым и Эйнштейном.

Наряду с выяснением энергетических, т. е. скалярных, характеристик свечения, Сергей Иванович обратил внимание на громадные возможности, заключенные в исследовании его векторных характеристик, — поляризованной люминесценции. И, наконец, работы по тушению люминесценции, удивительного явления миграции энергии и влияния среды, окружающей микроскопический излучатель, т. е. люминесцирующую молекулу, на ее оптические свойства. Это было начало физической оптики пространства, меньшего длины волны света, пространства, тесно примыкающего к излучателю.

В этот же период времени Сергей Иванович пишет книги «Действия света» (1922), «Глаз и солнце» (1927) и «Экспериментальные основания теории относительности» (1928). К этому надо прибавить громадное число обзоров и научно-популярных статей,

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 95 из 135

написанных на исключительно высоком научном и литературном уровне. В конце 1920-х годов он организовал оптический семинар, объединивший всех оптиков Москвы. Научное влияние Сергея Ивановича стало к тому времени столь значительным, что избрание его в 1931 году членом-корреспондентом Академии наук СССР, а в 1932 году — академиком было воспринято всеми как совершенно естественный результат его деятельности.

Сергей Иванович становится научным директором Государственного оптического института и руководителем физического отдела Физико-математического института Академии наук. Этот физический отдел вскоре превратился в Физический институт имени 11.11. Лебедева (всем известный ФИАН) и был переведен в Москву. Под руководством Сергея Ивановича ФИАН стал стремительно расти. Сам факт одновременного руководства двумя крупнейшими институтами страны: одним в Москве, другим — в Ленинграде, причем не только текущего руководства, а организации их бурного роста, мог бы вызвать изумление у всякого, кто не знал Сергея Ивановича. Один из секретов заключался в успешном подборе кадров. Тут надо отметить решающее обстоятельство: к Сергею Ивановичу, как к магниту, тянулись талантливые люди, а он со своей стороны старался окружать себя учеными не меньшей научной силы, чем он сам. Авторитет руководителя был им не завоеван, он был органически присущ ему.

Самым замечательным событием этого периода жизни было открытие эффекта Вавилова — Черенкова (1933). Голубое свечение чистых жидкостей под действием гамма-излучения было известно еще супругам Кюри, и с того времени все считали, что это просто малоинтересный случай обычной флуоресценции.

Блестящее чутье Сергея Ивановича, огромный опыт и, самое главное, выявленные им же фундаментальные характеристики люминесценции позволили понять, что наблюдаемое свечение есть совершенно новый вид излучения, ничего общего с люминесценцией не имеющий и связанный с излучением электронов, движущихся со скоростью, большей, чем скорость света в данной среде. Любопытно, что исключительная эрудиция и детальное знание истории науки позволили Сергею Ивановичу вспомнить, что этот эффект был предсказан еще лордом Кельвином, правда, для пустого пространства, где этого эффекта быть не может.

Промышленное развитие нашей страны ставило перед оптической наукой и оптико-механической индустрией большое количество задач, в том числе военных, требовавших самого срочного разрешения. Сергею Ивановичу пришлось дополнительно заниматься руководством не только оптической наукой, но и оптической техникой. Но груз плечу. Блестящие достижения оптико-механической ЭТОТ был ему ПО промышленности во многом определены характером деятельности СИ. Вавилова, в особенности тем стилем гармонического сочетания глубокой академической науки с эффективной технической разработкой.

Из многочисленных научно-технических задач, решенных еще в предвоенные годы, стоит отметить разработку люминесцентных ламп, осуществленную в ГОИ, ФИАНе и ВЭИ. В 1939 году С.И. Вавилова награждают орденом Трудового Красного Знамени.

Началась война. ГОИ и ФИАН эвакуируют в разные города. К двум директорским постам прибавляется непосредственное руководство важными оборонными работами. Здоровье Сергея Ивановича ухудшается; он переносит тяжелые заболевания сердца и легких. Но, несмотря на это, за четыре года войны им подготовлено пятнадцать оригинальных публикаций, среди них работы по концентрационным явлениям при

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 96 из 135

фотолюминесценции и по квантовым флуктуациям, за которые он был удостоен Сталинской премии в 1943 юлу; книга «Исаак Ньютон», написанная к трехсотлетию со дня рождения «одного из важнейших и наиболее действенных гениев той культуры, за которую сейчас сражается антифашистский мир», как писал в ноябре 1942 года в предисловии к этой книге Сергей Иванович. Замечательно, что это единственная книга в мире, выпущенная к юбилею Ньютона.

В 1943 году его награждают орденом Ленина за успешную работу по развитию отечественной оптико-механической промышленности и выполнение заданий правительства по разработке новых образцов оптических приборов. В 1946 году он второй раз удостаивается Сталинской премии за открытие эффект Вавилова — Черенкова.

Начиная с 1938 года, его избирают депутатом сначала Верховного Совета РСФСР, а затем Верховного Совета СССР. Свои общественные обязанности он выполняет с такой же энергией и чувством долга, как и все другие.

Казалось бы, напряженность и результативность деятельности Сергея Ивановича превзошли мыслимый предел. Однако в июне 1945 года он становится президентом Академии наук СССР и не покидает этот пост до 25 января 1951 года. По единодушному мнению советских ученых, Сергей Иванович был не только самым замечательным президентом Академии наук, но, вне всякого сомнения, сделал для Академии больше, чем все предшествующие ему президенты.

Будучи президентом Академии наук, он сложил с себя научное руководство Оптическим институтом, оставив за собой лабораторию люминесценции; впрочем, влияние его на научную жизнь ГОИ оставалось огромным. Зато прибавились другие обязанности: в 1947 году он стал председателем Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний, а в 1949 году — главным редактором второго издания Большой Советской Энциклопедии. Эти функции Сергея Ивановича не были номинальными. Он сумел привлечь большие коллективы людей к тому и другому делу. В особенности много личного труда вложил он в издание Энциклопедии.

При всем этом Сергей Иванович был ответственным редактором «Журнала экспериментальной и теоретической физики», главным редактором «Докладов Академии наук», главным редактором издания «Материалы к библиографии ученых СССР», председателем Редакционно-издательского совета Академии наук, председателем Комиссии Академии наук по изданию научно-популярной литературы. Он будто торопился перед концом своей недолгой жизни отдать накопленное интеллектуальное богатство своему народу.

Философские статьи С.И.Вавилова отражают его глубокое творческое владение важнейшими проблемами естествознания. Его работы сыграли громадную роль в диалектико-материалистическом понимании современной и исторической физики.

24 января, вернувшись с работы, Сергей Иванович почувствовал себя плохо и в 5 часов утра 25 января 1951 года скончался от инфаркта миокарда.

В течение двух дней в Колонном зале Дома Союзов люди прощались с С.И.Вавиловым. Похороны состоялись на Новодевичьем кладбище.

Остается упомянуть еще о нескольких наградах, которыми были отмечены труды Сергея Ивановича: в 1945 году он был награжден вторым орденом Ленина за выдающиеся заслуги в развитии науки и техники, в 1951 и 1952 годах, уже посмертно, удостоен

Сталинских премий за разработку люминесцентного освещения и за книгу «Микроструктура света».

Память Сергея Ивановича увековечена присвоением его имени Институту физических проблем в Москве и Государственному оптическому институту в Ленинграде; учреждена «Золотая медаль имени Вавилова», присуждаемая президиумом Академии наук за выдающиеся работы по физике каждые три года.

3.9. Феоктистов Константин Петрович



Летчик-космонавт СССР, 12-й космонавт мира

ФЕОКТИСТОВ Константин Петрович – летчик-космонавт СССР, научный сотрудник-космонавт космического корабля «Восход», 8-й космонавт СССР и 12-й космонавт мира, кандидат технических наук.

В судьбу космонавта номер 12 Константина Феоктистова удивительным образом вплелось слово «первый». Он стал первым выпускником МВТУ им. Н. Э. Баумана, полетевшим в космос, первым гражданским космонавтом. Вместе с Владимиром Комаровым и Борисом Егоровым он входил в состав первого группового экипажа. Летали они на первом «Восходе», и впервые без скафандров. Феоктистов был первым конструктором космических кораблей, сумевший сам испытать созданный при его участии аппарат. И факт, который юным россиянам вообще невозможно понять: Феоктистов стал первым космонавтом, не имевшим партбилета КПСС. Обычно такие люди не выбирают легких обходных путей, но и награды, которые за это получают от жизни, того стоят.

Спустя много лет после своего полета Константин Феоктистов вспоминал: "Мне было лет десять, когда старший брат Борис притащил домой книгу Якова Перельмана «Межпланетные путешествия». Многое в ней теперь выглядело бы наивным. Но читалась она с интересом, и мне в ней показалось понятным почти все: и схема двигателя, и схема ракеты. В результате на десятом году жизни я принял «твердое решение»: вырасту - займусь космическими кораблями.

Хорошо помню, как в четвертом классе заявил своему однокласснику Коле Морозову: «В 1964 году полечу на Луну». Тут уж явно проявилось тщеславное желание похвастать «великим» замыслом. Откуда такая определенность насчет 1964 года? Почему именно на Луну? Может быть, потому, что в это время вышла на экран картина о полете на Луну? Как раз тогда я и сделал «железный» расчет; закончить школу (шесть лет), пять лет на институт и еще лет пятнадцать - семнадцать на исследования, проектирование, постройку корабля и подготовку к полету».

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 99 из 135

Два великих государственных праздника День космонавтики и День Победы тесно связаны между собой. Символично, что первыми покорителями Вселенной стало именно то поколение советских мальчишек, чье детство пришлось на войну.

Во время Великой Отечественной войны в возрасте всего 16-ти лет Феоктистов бросил учебу и ушел на фронт, воевал разведчиком войсковой части. Во время выполнения разведки в городе Воронеж был схвачен немецким патрулём и чудом выжил после расстрела.

«Я не успел испугаться, увидел только мушку на стволе пистолета, когда немец вытянул руку и выстрелил мне в лицо. - вспоминал космонавт, почувствовал, будто удар в челюсть и полетел в яму. Упал удачно. Падая, перевернулся на живот и не разбился: грунт был твёрдый, и на дне ямы валялись осколки кирпичей. На какой-то момент я, наверное, потерял сознание, но тут же очнулся и сообразил: не шевелиться, ни звука!... Пуля, как потом выяснилось, прошла через подбородок и шею, навылет. Дотащился до своей разведгруппы, рассказал, что и как было, что видел».

Школу Феоктистов закончил в эвакуации, в Коканде, в сорок третьем году. В аттестате одни пятерки — по тогдашним правилам мог поступить в институт без экзаменов. Послал документы в Московский авиационный. Но, когда приехал в Москву, прием в МАИ был уже закончен. Сама судьба привела его в МГТУ.

Будущему космонавту запомнилось, что в училище и намека не было на веселую студенческую жизнь. Холод. Бумаги для чертежей нет. Выискивали на кафедрах старые проекты и чертили на обороте. Почти постоянно чувствовался голод. Как староста группы, в деканате я Константин Феоктистов получал списки на выдачу талонов на дополнительное питание для успевающих студентов: «И регулярно в нашей группе, чуть ли не против каждой фамилии, стояло «зад», «зад», «зад» (то есть «задержать»). Это означало, что нам талоны не выдавали. А задерживали доппитание за то, что мы не могли заставить себя ходить на лекции по марксизму и политэкономии - лекции эти были так занудны».

Поступив на факультет тепловых и гидравлических машин, далекий от космической техники, уже после первого курса Феоктистов добивается перевода на кафедру газовых турбин и воздушно-реактивных двигателей.

После окончания МВТУ молодой специалист получил распределение в Златоуст, где в короткие сроки накопил большой опыт самостоятельной практической работы. Судьба вновь повернулась лицом, когда в группе инженеров молодой руководитель производства был приглашен на стажировку в королёвское КБ, шаг за шагом он приближался к своей цели...

Феоктистов участвовал в разработке первого искусственного спутника Земли. Один из создателей космических кораблей типа «Восток». После формирования отряда советских космонавтов преподавал в Центре подготовки космонавтов. Когда впервые встал вопрос о полете в космос инженера. Феоктистов предложил свою кандидатуру. Это решение встретило мощную поддержку со стороны Королева, который придавал этому полету большое значение. Сергей Павлович считал, что полет Феоктистова поможет в будущем создавать новые образцы космической техники.

Летчик-космонавт Георгий Гречко вспоминает: «Ни один ВУЗ. ни одна работа не научит тому, чем владел Константин Феоктистов... Феоктистов был высочайшим

профессионалом-проектантом, это был проектант от Бога. Наши корабли, наши орбитальные станции - это плод его творчества».

Вместе с Комаровым и Егоровым Феоктистов входил в состав первого группового экипажа, который в 1964 году совершил полёт на первом аппарате серии «Восход». В космосе «Восход» находился сутки и 17 минут, облетев за это время земной шар 16 раз. Впервые полёт в космос проходил без скафандров — в кабине космического корабля три космонавта в скафандрах разместиться не смогли бы физически. За мужество и героизм, проявленные в ходе космического полёта. Феоктистову было присвоено звание Героя Советского Союза.

Любопытно, как сам космонавт описывает свое отношение к этому важному событию жизни: «Полет на «Восходе» в известной степени был отдыхом от работ по «Союзу» Хотя главным, конечно, было желание почувствовать самому, что это такое — полет, невесомость, как там себя чувствуешь, как работаешь.

Накануне полета я спал хорошо, правда, ворочался много. Утром в голове свежо, все пронизано светом и предвкушением необычных и счастливых ощущений полета.

Влезли в корабль. Тесновато. Плотно уселись в наши ложементы, вышли на связь с пунктом управления и стали ждать. Снова тихонечко подползли опасения: не за корабль, нет, а за ракету - ей нас везти на орбиту. Вдруг что-нибудь откажет в сложной схеме запуска, она не захочет лететь, придется вылезать и опять ждать.

Когда включились двигатели и ракета пошла вверх, вот тут только, наконец, возникло ощущение неотвратимости факта. Свершилось. Назад меня уже вернуть невозможно».

Конструктор космических кораблей Феоктистов много размышлял о будущем космонавтики.

«Для тех, кто мечтал, что человек, проникший в космическое пространство и достигший Луны, непременно вслед за этим отправится на Марс, наступила пора разочарований, - делится мыслями космонавт на страницах своей книги «Траектория жизни». Не думаю, что полет на Марс будет совершен в обозримом будущем, и дело совсем не в том, способна ли на это сегодня наша техника».

Феоктистов полагал, что выбор дальних целей необходимо сверять с актуальными проблемами экологии и экономики, обустройства жизни людей на Земле, с интересными на сегодня задачами исследования Вселенной.

«Разве нет других действительно острых интригующих вселенских тайн, в которые можно было бы проникнуть? Например, создать комплекс астрофизических инструментов в космосе (большие телескопы и радиотелескопы), которые позволили бы рассмотреть центр нашей собственной Галактики, ближайшую звезду Солнце, заглянуть в самые окраины Вселенной или начать серьезный методичный поиск сигналов других цивилизаций. Или приступить к решению грандиозной всемирной хозяйственной задачи созданию сети орбитальных электростанций и соответствующих приемных наземных станций, что позволило бы получить экологически чистую систему энергоснабжения Земли».

Какие идеи, цели оставим мы своим потомкам? - спрашивал себя космонавт. Его ответ звучит так: «Маловероятно, что по данным, полученным в путешествиях по нашей Солнечной системе, мы сможем существенно продвинуться вперед в понимании мира, в котором мы живем. Естественно, мысль обращается к звездам».

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 101 из 135

3.10. Челомей Владимир Николаевич



Ученый и конструктор в области механики и создания летательных аппаратов

ЧЕЛОМЕЙ Владимир Николаевич родился 30 июня 1914 года, за месяц до начала Первой мировой войны, в городе Седлец Привислянского края в семье учителей. С началом войны семья переехала в Полтаву, где прошло детство Владимира Челомея. Большую роль в формировании его как личности сыграли родители и люди, окружавшие его с раннего детства, — это были дальние родственники А.С. Пушкина, Н.В. Гоголя, Г.П. Данилевского. В доме часто бывал известный писатель В.Г. Короленко, который оставил яркий след в памяти мальчика.

Уже в школе у Владимира Николаевича появляется тяга к конструированию. В 1926 году семья переезжает в Киев. Окончив в 1927 году семилетнюю трудовую школу, он поступает в Киевский автомобильный техникум, где была замечена его способность дойти до первоосновы явления, ясно и доходчиво изложить суть полученных результатов. Ему стали поручать выступления перед сокурсниками, рабочими мастерских и заводов. Техникум давал возможность получить среднее образование и поступить в институт.

В 1932 году Владимир Николаевич становится студентом авиационного факультета Киевского политехнического института. С первого курса он совмещает учебу в институте с работой техником-конструктором в филиале НИИ Гражданского воздушного флота. Рамки институтской программы были тесны для Владимира Николаевича. Он посещает лекции по математике в Киевском государственном университете. В АН УССР он слушает лекции по механике и математике известного итальянского ученого Т. Леви-Чевита. Его любимой дисциплиной становится механика, особенно один из ее разделов — «Теория колебаний». Этой теорией он занимался всю свою жизнь. Огромную роль в формировании В.Н. Челомея как ученого сыграли его учителя. В студенческие годы Владимир Николаевич общался с рядом выдающихся ученых: академиком Д.А. Граве, известным своими трудами по алгебре, прикладной математике и механике; академиком Н.М. Крыловым, крупным специалистом по нелинейной механике и численным методам, и другими. В 1936 году выходит первая печатная работа студента В.Н. Челомея —

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 102 из 135

«Векторное исчисление», представляющая собой краткий, ясный курс векторного анализа, содержащий интересные приложения для решения задач механики. К этому же периоду относится и начало инженерной деятельности Владимира Николаевича.

На последних двух курсах В.Н. Челомею было дано разрешение на свободное посещение занятий и сдачу экзаменов экстерном. В результате в 1937 году, на год раньше срока, он оканчивает институт и получает диплом инженера. После этого его приглашают на работу в институт математики АН УССР в Киеве. Тема его работы — «Динамическая устойчивость упругих систем». 1937—1938 годы весьма плодотворны для молодого ученого. За один год им опубликовано 14 научных статей в различных изданиях. Результатом стала защита кандидатской диссертации «Динамическая устойчивость элементов авиационных конструкций» в 1939 году в Ученом совете Киевского политехнического института. В 1940 году в числе 50 лучших молодых ученых СССР В.П. Челомей принят в специальную докторантуру при АН СССР. Была утверждена тема диссертации: «Динамическая устойчивость и прочность упругой цепи авиационного двигателя» и установлен срок защиты — 1 июня 1941 года. К указанному сроку диссертация была написана и защищена, но война перечеркнула все: документы не дошли до ВАК.

С первых дней войны В.Н. Челомей работает в ЦИАМе им. П.И. Баранова. По его инициативе в институте создается отдел по разработке пульсирующего реактивного двигателя. Он назначается начальником этого отдела. В 1944 году В.Н. Челомей — главный конструктор и директор завода, перед которым поставлена задача создать отечественную боевую крылатую ракету. В начале 1945 года такая ракета под названием «10Х» была принята на вооружение Красной армии. После войны В.Н. Челомей продолжает работы над созданием крылатых ракет с пульсирующими двигателями. Кроме того, двигатели его конструкции устанавливаются как ускорители на истребителях Лавочкина.

В 1951 году В.Н. Челомей защитил в Московском высшем техническом училище (МВТУ) имени Н.Э. Баумана докторскую диссертацию, а в 1952 году ему присваивают звание профессора и он начинает преподавать в МВТУ на кафедре «Конструкции летательных аппаратов» факультета «Ракетная техника». В 1959 году В.Н. Челомей был назначен Генеральным конструктором в области ракетной техники. В 1960 году им основана кафедра «Аэрокосмические системы». В 1958 году В.Н. Челомей избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1962 году - ее действительным членом. В 1964 году Владимир Николаевич был удостоен Золотой медали имени Н.Е. Жуковского за работы в области авиации, а в 1977 году — Золотой медали имени А.М. Ляпунова за работы в области математики и механики. Он избирается действительным членом Международной академии астронавтики. За выдающиеся работы в области ракетно-космической техники в 1959 и 1963 годах ему присвоено звание Героя Социалистического Труда, а в 1959 году присуждена Ленинская премия, в 1967, 1974 и 1982 годах — Государственные премии.

Академик В.Н. Челомей известен как талантливый ученый-теоретик, выдающийся конструктор и блестящий педагог. В нем удачно сочетались все эти качества.

Всю свою жизнь он был верен своей первой любви — механике. Еще студентом уделял большое внимание изучению дисциплин, связанных с проблемами механики и, особенно, механическими колебаниями. При его непосредственном участии в МВТУ им. Н.Э. Баумана на созданной им кафедре сформировалась научно-педагогическая школа

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 103 из 135

механиков. Основы этой школы были заложены в его работах, посвященных динамической устойчивости ракетно-космических конструкций, динамике систем управления и приводов.

Его учениками и последователями продолжена разработка методов и алгоритмов расчета динамики, прочности и устойчивости конструкций ракетно-космической техники, в частности, устойчивости при параметрических быстрых вибрациях — любимой задаче Владимира Николаевича. Исследуются проблемы динамики сложных конструкций из композиционных материалов, анализируются аэроупругие колебания конструкций при турбулентном, вихревом обтекании, изучается поведение ракеты в шахтной пусковой установке при мощном воздушно-сейсмическом воздействии. Разрабатываются методы расчета и конструирования систем управления и стабилизации упругих летательных аппаратов и многие другие задачи, представляющие научный и практический интерес.

Особенность научно-педагогической школы В.Н. Челомея заключается в тесной связи научных, теоретических результатов и практики. Большинство разработок проводится по заказам промышленности, и практически все они внедряются. Полученные теоретические результаты включаются в лекционные курсы, поскольку все научные работы ведутся преподавателями кафедры.

Печатные научные труды В.Н. Челомея можно разделить на два периода: до войны и после войны.

К первому периоду относятся работы по различным проблемам прикладной математики, устойчивости упругих систем, теории колебаний сложных динамических систем с периодически меняющимися параметрами, теории двигателей. Среди них обобщение классической задачи Эйлера об устойчивости и доказательство возможности повышения динамической устойчивости упругих систем при помощи вибраций. Впервые в этой области механики им была составлена бесконечная система Линейных дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами, описывающих колебания упругих систем при воздействии продольных пульсирующих сил в самом общем виде и разработан приближенный метод решения этой задачи.

При исследовании продольной устойчивости упругих стержней В.Н. Челомей разработал оригинальный приближенный метод определения частот собственных продольных, поперечных и кругильных колебаний таких систем. Этот метод используется и сегодня.

Второй период содержит меньше опубликованных работ, что связано с работой Владимира Николаевича в области обороны. Но здесь есть выдающиеся работы, подтверждающие многогранность его научных интересов. Особо следует отметить основополагающую работу по параметрическим колебаниям «О возможности повышения устойчивости упругих систем при помощи вибраций», опубликованную в 1956 году в «Докладах АН СССР».

Разработанная Владимиром Николаевичем нелинейная теория статики и динамической устойчивости гидравлических и пневматических золотниковых сервомеханизмов опубликована в 1954—1958 годах.

Особенный интерес вызывает его последняя работа, опубликованная в 1983 году в «Докладах АН СССР», — «Парадоксы в механике, вызываемые вибрациями». Она посвящена явлениям, которые происходят с физическими телами, подверженными высокочастотным вибрациям. В этой работе рассматриваются удивительные эффекты,

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 104 из 135

наблюдаемые при воздействии высокочастотных вибраций на физические тела. Владимир Николаевич показал, что при определенных условиях тяжелые тела, находящиеся в жидкости, могут всплывать, а легкие, наоборот, тонуть. В других экспериментах было обнаружено явление, при котором от воздействия вибраций твердое тело как бы переходит в состояние невесомости. Работа эта получила большой резонанс в нашей стране и за рубежом.

В.Н. Челомей был не только крупным ученым, но и выдающимся инженером. В 1950-х годах, продолжая работать над созданием крылатых ракет, он высказал идею о раскрывающемся крыле, что значительно повышало боеготовность ракеты и позволяло разместить ее в контейнере. Такое техническое решение используется сейчас во всем мире. Эта идея была реализована на крылатой ракете П-5. принятой на вооружение в 1959 году, здесь же была реализована и вторая идея В.Н. Челомея - ракета летела на высоте около 100 метров над водой и практически была незаметна средствам радиолокации. Под его руководством была спроектирована первая в мире крылатая ракета «Аметист», стартующая из-под воды. С этого времени весь подводный и надводный военно-морской флот получил на вооружение крылатые ракеты, равных которым не имел ни один флот в мире.

Большой вклад Владимир Николаевич внес и в ракетно-космическую технику. Сверхтяжелый носитель «Протон» был создан при его непосредственном участии. На этом носителе впервые в СССР были запущены тяжелые спутники «Протон-1» и «Протон-2», разработанные также под руководством В.Н. Челомея. Носитель «Протон» до сих пор выполняет свою работу, выводя тяжелые спутники на орбиты.

Первые в мире маневрирующие космические аппараты «Полет-1» и «Полет-2» показали возможность совершать маневры по изменению высоты полета и угла наклонения плоскости орбиты космического аппарата.

В конструкторском бюро под руководством В.Н. Челомея родился первый проект долговременной орбитальной станции, которая станет основой для всех последующих наших станций. Станции «Салют-2», «Салют-3» и «Салют-5» разработаны под руководством Владимира Николаевича.

В 1981 году запушен корабль-спутник «Космос-1267», также созданный под руководством В.Н. Челомея. Он был состыкован со станцией «Салют-6», в результате чего был создан орбитальный комплекс массой около 40 тонн. Затем последовала серия аналогичных аппаратов «Космос» (1443, 1686), способных функционировать как космические «грузовики», мощные межорбитальные буксиры и специализированные модули. Последняя работа, выполненная по идеям Владимира Николаевича, — орбитальная станция «Алмаз» («Космос-1870»).

Не прошла мимо В.Н. Челомея и идея многоразового космического транспортного средства. Это был крылатый космический аппарат, выводимый на орбиту ракетой носителем «Протон», но, к сожалению, по независящим от Генерального конструктора причинам, проект не был практически реализован. Французский проект «Гермес», появившийся несколько лет спустя, напоминает отвергнутый проект В.Н. Челомея.

Большой вклад Владимир Николаевич внес и в создание стратегических ракетных войск. Кроме крылатых ракет под его руководством разработана баллистическая ракета УР-100H (SS-19), находящаяся до сих пор на вооружении.

Работая на кафедре, Владимир Николаевич уделял большое внимание общению с преподавателями, аспирантами и студентами. Воспитанный на классических лекциях, он блестяще читал свой курс, вкладывая в сугубо математическую дисциплину большой физический смысл. Каждая формула, каждый процесс иллюстрировался яркими примерами из практики. Владимир Николаевич приносил на лекции приборы, разработанные по его чертежам, и демонстрировал эксперименты студентам, попутно объясняя полученное и подкрепляя результат математикой. Он никогда не повторялся при чтении лекций. Каждый год содержание лекций и примеры изменялись, оставаясь в рамках программы.

Обращаясь на одной из своих лекций к студентам, Владимир Николаевич сказал: «Не думайте, что все уже открыто и сделано в механике, в этой одной из древнейших наук. Здесь много неоткрытого и необъясненного. Только мы часто проходим мимо совершенно необычных явлений, не замечая их. Очень важно научиться видеть эти необычные явления, а потом понять их и объяснить. Именно это качество должно быть присуще настоящему исследователю». Это качество было присуще и самому В.Н. Челомею.

После лекции, если не надо было срочно уезжать, на кафедре проходил своеобразный семинар. Владимир Николаевич начинал рассказывать о тех проблемах, которые его интересовали. Это были, как правило, проблемы, связанные с узкими местами, возникающими при решении практических задач. Ответ сразу не требовался. Предлагалось подумать до следующей встречи. Если у кого-то находилось решение, его выслушивали и обсуждали.

В 1984 году Владимир Николаевич отметил свое 70-летие, а через пять месяцев в декабре его не стало. Он ушел из жизни полный сил, идей и творческих планов.

Богатейшее наследие В.Н. Челомея — это не только созданные им системы, но и значительный научный и идейный потенциал, накопленный на пути от зарождения каждого направления до его окончательной технической реализации.

Генеральный конструктор академик В.Н. Челомей обладал исключительным даром научного предвидения. Его научные идеи, оригинальные технические решения и практические разработки еще долго будут служить отечественной науке и технике.

3.11. Проников Александр Сергеевич

Основатель научного направления «Параметрическая надежность металлорежущих станков»

ПРОНИКОВ Александр Сергеевич родился в 1921 году в Москве в семье учителей. После окончания с золотой медалью средней школы в 1939 году он поступает в Московский механико-машиностроительный институт (МММИ) имени Н.Э. Баумана. В начале Великой Отечественной войны вместе с институтом эвакуируется в Ижевск, где продолжает учебу и параллельно работает на заводе № 74НКВ в отделе № 27 в качестве конструктора.

В 1944 году А.С. Проников с отличием окончил МММИ им. Н.Э. Баумана и был преподавателем-совместителем на кафедру «Металлорежущие станки и автоматы», через месяц переведен на должность научного сотрудника, а в 1946 году — на должность инженера той же кафедры, где проводил исследования станков-автоматов и их механизмов. В 1948 году он защитил кандидатскую диссертацию, посвященную разработке новых методов расчетов кулачковых механизмов станков-автоматов. В это же время начал читать в Московском высшем техническом училище (МВТУ) имени Н.Э. Баумана специальный курс «Расчет и конструирование металлорежущих станков», который, совершенствуя и обновляя, вел на протяжении всей своей жизни. Одновременно молодой ученый занимался изучением динамики и точности работы оборудования, причин отказов отдельных механизмов, анализом работы машин в условиях эксплуатации. Как писал Александр Сергеевич, «именно эти исследования привели его к мысли, что износостойкость, надежность И долговечность являются главными факторами, определяющими работоспособность машин». Он выполнил ряд исследовательских и теоретических работ, посвященных методам расчета на износ сопряжений, исследованию износа станков в производственных условиях, созданию специальных приборов для исследования износа, которые были опубликованы не только в нашей стране, но и в США. Франции и других странах.

В 1954 году Александр Сергеевич Проников блестяще защитил докторскую диссертацию «Исследование и расчет долговечности станков», став самым молодым доктором технических наук в нашей стране. В 1956 году ему присвоили ученое звание профессора.

С 1956 по 1958 год А.С. Проников находился в служебной командировке в Китае в качестве советника заведующего кафедрой в Шанхайском политехническом институте. Несмотря на огромную учебную нагрузку (чтение лекций, руководство аспирантами, консультации) и постоянную помощь с его стороны провинциальным институтам Китая, Александр Сергеевич проводил работы, связанные с исследованиями в области надежности и долговечности машин, с расчетами и анализом работоспособности металлорежущих станков, с методами ремонта и эксплуатации технологического оборудования.

Разработанная Александром Сергеевичем Прониковым теория расчета машин и станков на надежность и износостойкость была изложена, помимо многочисленных научных статей, в книгах «Износ и долговечность станков» (1957); «Повышение долговечности станочного марка» (1961); «Расчет и конструирование металлорежущих

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 107 из 135

станков» (1962), последняя в 1967 году была переиздана. Полный комплект прочитанных в Китае лекций, книги «Автоматы и автоматические линии» и «Надежность и долговечность машин» были изданы в Китае.

По возвращении из Китая Александр Сергеевич до 1964 года работает в МВТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре «Металлорежущие станки и автоматы» в должности профессора, а в 1964 году его назначают ректором Московского авиационного технологического института (МАТИ, ныне Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского) и одновременно заведующим кафедрой «Технология механической обработки и металлорежущие станки» МАТИ.

За работу в качестве ректора МАТИ им. К.Э. Циолковского Александр Сергеевич Проников был награжден орденом «Знак почета» (1967) и медалью «За доблестный труд» (1970).

Научные труды профессора А.С. Проникова продолжают получать международное признание, их публикуют во Франции - «Теоретические основы расчета на износ» (1964), США - «Индустриализация и производительность» (1966), Англии — «Надежность и долговечность машин» (1969) и др.

Александр Сергеевич Проников читал лекции в университетах Англии, Германии, Бельгии, Франции, США, Китая, участвовал в совещаниях и конференциях в качестве эксперта ООН, выступал с докладами на конференциях. Прекрасно зная английский и немецкий языки, Александр Сергеевич всегда делал доклады за границей без переводчика. К середине 1970-х годов практически все его основные труды были переведены на английский, французский, немецкий и другие языки.

В 1971 году за большие достижения в науке и технике А.С. Проников был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Работы А.С. Проникова, связывающие физические процессы потери материалами их начальных характеристик с работоспособностью машин и механизмов, представляют новое направление в области расчета и проектирования машин и являются уникальными в плане своей универсальности по отношению к объекту расчета.

В 1973 году Александр Сергеевич принимает предложение ректора МВТУ им. Н.Э. Баумана профессора Г.А. Николаева принять руководство кафедрой «Металлорежущие станки и автоматы» и возвращается в училище. Продолжается интенсивная и исключительно плодотворная деятельность по многим направлениям: он является председателем диссертационного совета, членом редколлегии журнала «Вестник МВТУ», почетным членом ассоциации инженеров-трибологов и др.

В 1977 году профессору А.С. Проникову было присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, в 1989 году он был удостоен Государственной премии СССР за «Разработку методов и создание системы обеспечения ресурса машин». Александр Сергеевич проводил работу по развитию нового научного направления, связанного с повышением качества и надежности машин. Им написана монография «Надежность машин» (1978). которая получила признание не только в нашей стране, но во всех технически развитых странах, став полезной для всего технического персонала машиностроительных заводов, конструкторских бюро и исследовательских институтов, а также для студентов инженерных и технических специальностей; опубликовано 20 статей в сборниках и ведущих журналах.

Большую роль сыграла деятельность А.С. Проникова в развитии научного направления факультета по надежности и долговечности технологического оборудования. По его инициативе была создана факультетская отраслевая лаборатория «Надежность машин и оборудования», научным руководителем которой он являлся; он — председатель координационного совета МВТУ им. Н.Э. Баумана по проблеме надежности; Александр Сергеевич успешно руководит рядом научно-исследовательских тем, в том числе включенных в число важнейших работ, выполняемых по планам АН СССР.

В 1980 году А.С. Проникова наградили вторым орденом Трудового Красного Знамени за успехи в науке.

В 1981 году профессор А.С. Проников участвует в XXV конференции международной организации ЕОКК в Париже, а в 1983 году становится членом постоянного состава Технического комитета по надежности ЕОКК: выступает с докладами «Надежность машин и стратегия их обслуживания и ремонта» на XXVII конференции в Испании (1983); на Всемирном конгрессе по качеству «Создание испытательно-диагностических комплексов для оценки качества и надежности машин» в Англии (1984); «Применение теории надежности для оптимизации жизненного цикла машин» на XXX конференции в Швеции (1986); на XXXI конференции в Германии (1987).

В 1985 году выходит в свет книга А.С. Проникова «Программный метод испытания металлорежущих станков». За разработку теоретических основ программного метода испытаний сотрудники кафедры, возглавляемой А.С. Прониковым, получили золотые (1986) и серебряные (1987) медали ВДНХ.

В 1991 году Александр Сергеевич оставляет заведование кафедрой, однако вся остальная нагрузка, научная и педагогическая, остаются в полном объеме. Как обычно, на его лекции стремятся студенты.

В период, когда практически невозможно издать техническую литературу — в начале 1990-х годов, — он задумывает и создает с блестящим коллективом ведущих специалистов справочник «Проектирование металлорежущих станков и станочных систем». Только авторитет Александра Сергеевича и огромный труд, который он как автор и научный редактор вложил в эту книгу, сделали возможным ее издание.

В 1994 году вышел первый том справочника, в 1995 году — второй и в 2000 году — третий.

Последняя книга «Параметрическая надежность машин», основанная на созданной им общей концепции проблемы обеспечения параметрической надежности машин, философии и методологии надежности, проведенных исследованиях и научных разработках, была полностью подготовлена к печати и отредактирована Александром Сергеевичем в 2001 году, а опубликована в 2002 году после его смерти.

22 октября 2001 года на 81-м году жизни скончался выдающийся ученый и педагог, доктор технических наук, профессор Александр Сергеевич Проников.

3.12. Николаев Георгий Александрович



Создатель научной школы прочности сварных соединений и конструкций.

Ректор МВТУ им. Н.Э. Баумана с 1964 по 1985 год

НИКОЛАЕВ Георгий Александрович родился 17 января 1903 года в Москве. Его отец, Александр Петрович Николаев, был присяжным поверенным, а с 1917 года и до своей смерти в 1937 году — юрисконсультом завода металлоконструкций в Перове. Мать Георгия Александровича — Евгения Владимировна Николаева — окончила Высшие женские курсы и работала преподавателем. Георгий Александрович в 1983 году, в возрасте 80 лет, так вспоминает о ней: «Мое образование и воспитание с детства до последних дней жизни моей мамы находилось под ее огромным влиянием. Ее авторитет для меня был непререкаемым».

До 1917 года Георгий вместе с мамой жил в Москве. Здесь он учился во Флеровской гимназии до 6-го класса. Учеба давалась ему легко, и он сразу же стал первым учеником. В ноябре 1917 года Евгения Владимировна Николаева вместе с 14-летним сыном выехала в Сочи, где Георгий Александрович продолжил обучение в гимназии. В январе 1921 года Николаевы возвратились в Москву. К этому времени Георгий владел огромным багажом знаний и перед ним встал вопрос о выборе высшего учебного заведения.

17 января 1921 года Г.А. Николаев написал заявление для поступления на физикоматематический факультет Московского университета и уже на следующий день был зачислен.

В начале 1920-х годов в нашей стране возникла необходимость восстановления экономики и промышленности, а для этого нужно большое количество специалистов, в первую очередь инженеров. Возможно, учитывая эту потребность, Г.А. Николаев в июле 1921 гола оставил Московский университет и поступил сразу в два инженерных вуза: в Московскую горную академию и Московский институт инженеров путей сообщения (ныне МНИТ).

После окончания МИИТа в 1925 году Г.А. Николаев стал работать в Научнотехническом комитете (НТК) Наркомата путей сообщения.

В отделе инженерных исследований мостов, в котором начал работать Георгий Александрович, проводили испытания товарных вагонов и железнодорожных цистерн.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 110 из 135

Уже в этот период проявился научный талант Г.А. Николаева. В частности, на основе результатов работ, проведенных им за восемь лет, он по своей инициативе разработал нормативные материалы по расчету сварных соединений и конструкций, а также подготовил и издал три монографии.

В 1928 году без отрыва от производства Г.А. Николаев окончил физикоматематический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «Математика». Георгий Александрович в МГУ учился на одном потоке с Л.И. Седовым и Л.С. Понтрягиным — будущими академиками АН СССР и всемирно известными учеными.

В том же году Н.С. Стрелецкий, возглавлявший Отдел инженерных исследований мостов, предложил Г.А. Николаеву заняться заменой клепаных узлов мостовых ферм на сварные. Посетив Всесоюзный съезд сварщиков и ознакомившись с основными трудами профессора В.П. Волошина, Георгий Александрович провел серию экспериментов по испытаниям на прочность сварных конструкций.

В 1930 году Г.А. Николаев начал проектирование серии сварных железнодорожных мостов с длиной пролетов 12, 20, 24 и 45 метров. Последний из них в то время был самым большим в мире мостом сварной конструкции, он был изготовлен на мостовом заводе им. И. Бабушкина и введен в эксплуатацию в 1932 году. Таким был первый практический вклад в науку и производство молодого ученого - будущего академика АН СССР Георгия Александровича Николаева, основателя школы прочности сварных соединений в нашей стране.

В 1933 году Г.А. Николаев издал монографию «Элементы сварных конструкций», которая неоднократно переиздавалась. В 1937 году им были изданы еще две работы «Новые режимы сварки и прочность сварных соединений» и «О новых способах расчета прокатных станов». В этот же период им была опубликована монография «Сварные конструкции», ставшая основой для создания учебных пособий и учебников для студентов вузов. В 1950-х года эта монография была переведена и издана в КНР, Венгрии, Румынии. В 1939 году Георгий Александрович защитил докторскую диссертацию (уже имея к этому времени звание профессора).

В мае 1941 юла ректор Московскою механико-машиностроительного института (МММИ) им. Н.Э. Баумана Н.Г. Бруевич был выдвинут на должность заместителя председателя Комитета по высшей школе СССР. и Г.А. Николаева назначили исполняющим обязанности ректора. На его плечи в начале Великой Отечественной войны легла большая организационная работа, в том числе по направлению студентов и сотрудников на фронт, а также по эвакуации МММ И в Ижевск. В августе 1941 года ректором МММ И назначили С.С. Протасова, и Георгий Александрович вновь стал проректором по научной работе. С 1933 по 1939 годы он был деканом механикотехнологического факультета, а с 1939 по 1964 годы — проректором по научной работе. В октябре 1941 года Георгий Александрович был избран заведующим кафедрой «Сопротивление материалов».

В конце 1941 года группе сотрудников МММИ были присуждены Сталинские премии в области науки и техники за внедрение результатов их исследований на оборонных заводах.

В начале 1943 года МММИ полностью возвращается из эвакуации в Москву. 22 мая 1943 года постановлением Государственного комитета обороны СССР МММИ был переименован в Московское высшее техническое училище (МВТУ) имени Н.Э. Баумана.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 111 из 135

Этим же постановлением, в подготовке которого принимал участие Георгий Александрович, на МВТУ возлагалась подготовка инженеров широкого профиля, и срок обучения увеличивался до пяти с половиной лет.

Обладая незаурядным талантом, Георгий Александрович успешно сочетал научную и учебно-методическую деятельность с большой административной работой.

В 1947 году Г.А. Николаев был избран заведующим кафедрой «Машины и автоматизация сварочных процессов». Начатые в середине 1940-х годов исследования закономерностей возникновения напряжений в процессе сварки были обобщены Георгием Александровичем в монографии «Напряжения при сварке». Эти исследования заложили основу нового научного направления, получившего название «Технологическая прочность металлов при сварке».

С самого начала заведования кафедрой Георгий Александрович организовал научный семинар. Через несколько лет семинар стал известен далеко за пределами МВТУ. С научными сообщениями на нем выступали не только сотрудники и аспиранты кафедры, но и ученые, и работники промышленных предприятий.

В эти годы Г.А. Николаев принимал активное участие в работе общественных и научных организаций. В частности, с 1943 по 1947 год он работал заместителем председателя секции электросварки и электротермии АН СССР. С 1940 по 1951 год Георгий Александрович возглавлял Всесоюзное научно-инженерное общество сварщиков. В течение многих лет был членом, а с 1959 по 1965 год - председателем экспертной комиссии по машиностроению ВАК СССР. Он был также членом Пленума ВАК СССР и членом машиностроительной комиссии Комитета по Ленинским и Государственным премиям СССР в области науки и техники.

В течение многих лет Георгий Александрович участвовал в работе редакционных коллегий нескольких научно-технических журналов. Г.А. Николаев работал также заместителем председателя Научного совета по проблеме «Новые процессы сварки и сварные конструкции» Государственного комитета СССР по науке и технике.

Как проректор по научной работе и как ученый Г.А. Николаев много внимания уделял развитию международного сотрудничества. По его инициативе в 1960 году было заключено первое соглашение «О сотрудничестве с зарубежным вузом Магдебургской высшей технической школой имени Отто фон Герике» (ныне Магдебургский университет). Следует отметить, что это сотрудничество продолжается и по сей день. Кроме того, были заключены договоры о сотрудничестве с вузами Польши, Чехословакии. Венгрии и Румынии. При его участии были начаты совместные научные проекты ученых МВТУ с зарубежными партнерами. Уместно отметить, что Георгий Александрович в совершенстве владел тремя иностранными языками и умел читать еще на двух. В начале встречи с иностранными коллегами он всегда задавал вопрос на английском языке: «На каком языке будем разговаривать?» - и затем повторял его на французском и немецком. Естественно, это всегда вызывало изумление иностранцев и глубокое уважение.

Георгий Александрович Николаев проработал проректором МВТУ в течение 25 лет. За это время он сильно вырос и как ученый и как администратор, пользовался большим авторитетом у студентов, аспирантов, профессоров и сотрудников училища, был широко известен в СССР и за рубежом. В 1964 году подавляющим большинством голосов Георгия Александровича Николаева избрали ректором МВТУ им. Н.Э. Баумана, этот пост он занимал до 1985 года.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 112 из 135

С самого начала работы ректором Георгий Александрович много внимания уделял открытию новых кафедр и специальностей. В училище были организованы научно-технические центры по радиофизике и робототехнике, проблемные научно-исследовательские лаборатории и несколько десятков отраслевых научно-исследовательских лабораторий практически на всех факультетах. В 1965 году была введена в строй загородная учебно-лабораторная база училища (ныне Дмитровский филиал МГТУ) и в 1971 году с использованием ее материальных возможностей был создан Научно-исследовательский институт проблем машиностроения.

В 1969 году Георгию Александровичу присвоили звание Героя Социалистического Труда. В ответ на многочисленные поздравления он всегда отвечал, что это — награда не персонально Г.А. Николаеву, а училищу, которое ему доверено возглавлять.

Г.А. Николаев уделял большое внимание повышению требований к преподаванию. Он, в частности, отмечал: «Не так уж трудно прочитать хорошую лекцию, но значительно труднее добиться того, чтобы студенты поняли главные мысли, усвоили и запомнили их». Георгий Александрович вкладывал душу в учеников, бережно растил их, давал самостоятельную дорогу и никогда не оставлял без внимания.

Г.А. Николаев — талантливый педагог и крупный ученый, пользовавшийся большим авторитетом профессорско-преподавательского состава. В разное время Георгий Александрович читал лекции студентам и аспирантам по ряду курсов - «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Металлические конструкции». «Строительная механика». «Теория упругости». «Расчет сварных конструкций». Его яркие и эмоциональные лекции оставили неизгладимый след, выпускники-сварщики до глубоких седин продолжают считать себя учениками Георгия Александровича.

Г.А. Николаев и после избрания его ректором продолжает активно заниматься научной работой. В 1967 году под его руководством в МВТУ были начаты исследования по применению инженерных методов к сварке и резанию органических тканей с помощью ультразвука. За разработку и внедрение метода сварки биологических тканей Г.А. Николаев в 1972 году был удостоен Государственной премии СССР в области науки и техники. В 1976 году зарегистрировано научное открытие «Остаточные напряжения в костях» (авторы Г.А. Николаев, В.П. Лощилов). Существенное развитие получили работы в области дефектоскопии,

В 1970 году напряженная научно-исследовательская работа, проводившаяся под руководством Г.А. Николаева в течение нескольких десятков лет. нашла широкое признание: Георгия Александровича избрали членом-корреспондентом Академии наук СССР, а в 1979 году академиком АН СССР, что явилось высоким признанием его научного вклада в разработку и исследование процессов сварки и прочности сварных конструкций.

Г.А. Николаев и в последние годы жизни продолжал уделять большое внимание проблемам изготовления сварных конструкций, решаемым благодаря значительным успехам в развитии теоретических методов расчета, автоматизации производства, использованию высокопрочных конструкционных материалов. Работы в этом направлении обобщены в учебном пособии «Технология изготовления, автоматизация производства и проектирование сварных конструкций» (1983), подготовленном совместно с С.А. Куркиным и В.А. Винокуровым, и учебнике «Сварные конструкции. Расчет и проектирование» (1990), написанном совместно с В.А. Винокуровым.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 113 из 135

В начале 1985 года Георгий Александрович Николаев подал заявление об освобождении его от должности ректора МВТУ, но продолжал работать заведующим кафедрой «Машины и автоматизация сварочных процессов». По-прежнему каждый его рабочий день начинался в девять часов утра. Большое внимание Георгий Александрович уделял работе журнала АН СССР «Физика и химия обработки материалов», много времени посвящал консультациям аспирантов и специалистов.

В 1987 году за цикл работ в области сварки Г.А. Николаев был удостоен премии АН СССР имени П.П. Амосова.

В 1989 году Георгий Александрович попросил освободить его от обязанностей заведующего кафедрой и продолжил работу в МВТУ в качестве профессора. Несмотря на преклонный возраст (88 лет), Г.А. Николаев в 1991 году принял участие в подготовке и проведении выборов ректора, проводившихся в МВТУ впервые после 1917 года. Ему была небезразлична судьба училища, в котором он проработал около 60 лет.

В начале 1992 года Георгий Александрович тяжело заболел и скончался 18 мая того же года. Похоронен Г.А. Николаев на Рогожском кладбище рядом с матерью.

Георгий Александрович — это не только ученый, педагог, общественный деятель, но и гуманный, светлый человек, философ, в величайшей степени русский интеллигент. Уникальность жизни Георгия Александровича Николаева заключается в полной реализации своих духовных и интеллектуальных способностей.

За большой вклад в развитие науки и образования Г.А.Николаса был награжден четырьмя орденами Ленина, четырьмя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета», многими медалями СССР, а также иностранным орденом «Игли» (ГДР).

Георгий Александрович опубликовал более 350 научных и учебно-методических работ, многие из которых изданы на английском, французском, немецком и других языках.

Внимательное и доброжелательное отношение к людям, регулярные занятия спортом, Высокие человеческие качества в дополнение к авторитету выдающегося ученого обеспечили Г.А. Николаеву громадное уважение и любовь, вечную и добрую память.

3.13. Доллежаль Николай Антонович



Основоположник практической атомной энергетики и главный конструктор первых отечественных промышленных реакторов, создатель целого ряда уникальных реакторных установок.

ДОЛЛЕЖАЛЬ Николай Антонович - дважды Герой Социалистического Труда, трижды лауреат Сталинской премии, дважды — Государственной и Ленинской премий, награжден шестью орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, «За заслуги перед Отечеством» ІІ степени, золотой медалью им. И.В. Курчатова и др. родился 27 октября 1899 года в семье инженерапутейца Антона Фердинандовича Доллежаля (чеха по происхождению) в селе Омельник Александровского уезда Екатеринославской губернии (ныне Ореховского района Запорожской области, Украина) в семье земского инженера.

В 1912 году семья переехала в подмосковный город Подольск, где Доллежаль в 1917 году окончил реальное училище. По окончании училища Николай Антонович вместе с братом поступил в МВТУ на механическое отделение. После блестящей защиты диплома в 1923 году работает конструктором на Подольском паровозоремонтном заводе. В конце 1923 г. по рекомендации профессора А.А. Надежина молодого инженера пригласили работать в теплотехнический отдел треста «Москвауголь». В январе 1925 г. Доллежаль переходит на должность заместителя начальника проектного отдела акционерного общества "Тепло и сила".

В 1931 г. для разработки и освоения выпуска оборудования для химических комбинатов страны создается ОКБ № 8, где Доллежаль работает заместителем главного инженера, одновременно читает лекции по компрессорным машинам в КрМММИ им. Н.Э.Баумана. В 1932 году его приглашают работать главным конструктором Гипроазотмаша в Ленинграде. В 1935 г. Н.А. Доллежаль - главный инженер и заместитель директора киевского завода «Большевик». После начала Великой Отечественной войны Н.А.Доллежаль был назначен главным инженером комбината в Нижнеисетске, в состав которого вошли заводы «Уралхиммаш» и «Большевик» (Киев).

С середины 1942 г. комбинат сосредоточился только на производстве технологического оборудования. В 1943 году Николай Антонович возглавил НИИ химического машиностроения. Именно здесь впервые реализуется давняя идея Доллежаля о построении комплексного научно-исследовательского и конструкторского института с

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 115 из 135

развитой экспериментальной, научной и производственной базой. Успешная реализации этой идеи, знания и опыт сотрудников НИИхиммаша, умение решать нестандартные инженерные задачи и способность к работе в экстремальных условиях - вот, очевидно, причины того, что в 1946 г. Н.А. Доллежаль и возглавляемый им коллектив привлекаются к работам по созданию атомного оружия, к советскому атомному проекту.

Создаются первые промышленные ядерные реакторы для производства оружейного плутония («агрегаты А», «АИ») — водографитовые установки с вертикальным расположением графитовых колонн и каналов водяного охлаждения. После успешных испытаний атомной бомбы летом 1949 года Доллежаль приступил к разработке энергетических реакторов для корабельных установок.

В 1954 году под руководством Доллежаля был разработан первый проект реакторной установки для подводных лодок, водо-водяной схемы. В том же году вступила в строй первая в мире АЭС в Обнинске, сердцем которой был «агрегат АМ» — первый в СССР канальный ядерный реактор (водографитовой схемы), за создание которой Николай Антонович был удостоен Ленинской премии.

В 1952 году Доллежаль возглавил «Специальный институт», он же НИИ-8 (нынешний НИКИЭТ), созданный специально для конструирования реакторов всех типов, и руководил им 34 года. Институт Доллежаля проектировал реакторы всех основных типов — энергетические, промышленные, исследовательские.

В 1958 году был пущен в эксплуатацию двухцелевой реактор ЭИ-2 (Сибирская АЭС) — вырабатывавший и энергию в промышленных масштабах, и оружейный плутоний. В том же году был спущен на воду первый атомоход «Ленинский комсомол». За его разработку орденом Ленина были награждены НИКИЭТ и его директор Н.А.Доллежадь. В 1964, 1967 годах пущены реакторы серии АМБ Белоярской АЭС — первой «большой» АЭС в советской энергетике. Впоследствии, институт Доллежаля и институт Курчатова совместно создали двухцелевые (позже чисто энергетические) реакторы РБМК.

Н.А. Доллежаль всегда проявлял большой интерес к научной и преподавательской работе. Уже в 30-е годы он (без отрыва от основной работы) помогает создать кафедру химического машиностроения в Ленинградском политехническом институте, возглавляет ее и читает курс лекций по компрессорам высокого давления. Этот же курс Н.А. Доллежаль продолжает читать в 1944 г. в своем родном училище - МВТУ им. Н.Э. Баумана. Заботясь о будущем реакторостроения, Н.А. Доллежаль в 1961 г. создает и почти 25 лет руководит кафедрой "Энергетические машины и установки" в МВТУ им. Н.Э. Баумана, готовящей конструкторов ядерных энергетических установок различного назначения.

О себе, Н.А.Доллежаль говорил: «Я - не ученый, а конструктор, то есть создатель нового». Н.А. Доллежаль скончался 20 ноября 2000 года, похоронен на кладбище села Козино Одинцовского района Московской области.

Академик АН СССР с 1962 года, дважды Герой Социалистического Труда (1949, 1984). Лауреат Ленинской (1957), трёх Сталинских (1949, 1952, 1953) и двух Государственных премий СССР (1970, 1976).

3.14. Грабин Василий Гаврилович



Герой Социалистического Труда, конструктор

ГРАБИН Василий Гаврилович - конструктор артиллерийского вооружения, главный конструктор конструкторского бюро ствольной артиллерии завода № 92, генералмайор технических войск.

Родился 29 декабря 1899 (9 января 1900) года в станице Старонижестеблиевская Кубанской области (ныне Красноармейского района

Краснодарского края). Русский. Кроме Василия у отца — бывшего фейерверкера артиллерии, а потом мастерового в Екатеринодаре, было 10 детей. После окончания третьего класса школы был вынужден в 11 лет пойти работать. Был учеником клепальщика, рабочим в котельной, чернорабочим на мельнице, сортировщиком на почте.

С июля 1920 года - в Красной армии, поступил добровольцем на артиллерийское отделение Краснодарских командных курсов. Во время учебы в составе сводного батальона курсантов принимал участие в боях против армии генерала П.Н.Врангеля. Член РКП(б) с 1921 года.

После окончания курсов в 1921 году направлен для продолжения образования в Военную школу тяжелой и береговой артиллерии в

Петрограде, которую окончил в 1923 году. В 1923-1924 годах служил в строевых частях РККА командиром артвзвода и начальником связи артдивизиона. С 1924 года - командир курса Второй Ленинградской артиллерийской школы. В 1925 году поступил в Военно-техническую академию РККА имени Дзержинского в Петрограде. В это время там преподавали такие видные ученые-артиллеристы, как П.А.Гельвих, Р.А.Дурляхов, В.И.Рдултовский.

В 1930 году с отличием окончил академию и направлен инженером- конструктором в КБ завода «Красный Путиловец» в Ленинграде. С 1931 года - конструктор в КБ № 2 Всесоюзного орудийно-арсенального объединения (ВОАО) Наркомата тяжелой промышленности СССР (Москва). В том же году КБ-2 было слито с КБ № 1 и преобразовано в КБ ВОАО. В 1932 году В.Г.Грабин назначен первым заместителем начальника ГКБ-38 (созданного на базе КБ ВОАО). Это было единственное КБ в СССР,

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 117 из 135

которое занималось разработкой и доработкой различных типов ствольных артиллерийских систем. Однако просуществовало оно недолго и в конце 1933 года ликвидировано по инициативе начальника вооружения Красной Армии М.Н.Тухачевского и некоторых иных военачальников, отдававших предпочтение динамореактивной (безоткатной) артиллерии.

В конце 1933 года В.Г.Грабин был направлен на новый артиллерийский завод № 92 («Новое Сормово») в город Горький, где добился создания КБ, занимающегося ствольной артиллерией. В.Г.Грабин был назначен его руководителем. Под руководством Грабина КБ создало десятки различных систем артиллерийских орудий, не уступающих либо превосходящих иностранные образцы. По мнению многих отечественных и иностранных историков, единственной областью вооружения, в которой СССР качественно превосходил Германию на протяжении всей войны, была артиллерия. Наряду с чисто конструкторской работой, В.Г.Грабин разработал

и применил впервые в мире методы скоростного комплексного проектирования артиллерийских систем с одновременным проектированием технологического процесса, что позволило организовать в короткие сроки массовое производство новых образцов орудий для РККА. Отличительной чертой конструкторской школы Грабина стали принципы унификации и сокращения количества деталей и узлов орудий, использование принципа равнопрочности. Использование этих методов позволило сократить сроки проектирования орудий с 30 до 3 месяцев, в разы сократить стоимость орудий, организовать массовое производство на новых заводах в кратчайшие сроки (что сыграло неоценимую роль в первый период Великой Отечественной войны).

За выдающиеся достижения в области создания новых типов вооружения, поднимающих оборонную мощь Советского Союза, Указом Президиума Верховного Совета СССР от 28 октября 1940 года генерал-майору технических войск (воинское звание присвоено 1.08.1940) Грабину Василию Гавриловичу присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и золотой медали «Серп и Молот».

В ноябре 1942 года было создано Центральное артиллерийское конструкторское бюро (ЦАКБ) в подмосковном Калининграде (с 1996 года - город Королёв), более известном тогда по названию своей станции на Северной железной дороге как Подлипки. Начальником и главным конструктором ЦАКБ блы назначен генерал-лейтенант технических войск (звание присвоено 20 февраля 1942) В.Г.Грабин. На ЦАКБ были возложены функции ведущей проектной организации в артиллерийской отрасли. Из 140 тысяч полевых орудий, которыми воевали наши солдаты во время Великой Отечественной войны, более 90 тысяч были сделаны на заводе, которым в качестве главного конструктора руководил В.Г.Грабин, а еще 30 тысяч были изготовлены по проектам Грабина на других заводах страны.

В 1946 году ЦАКБ переименовывается в Центральный научно- исследовательский институт артиллерийского вооружения (ЦНИИАВ). В.Г.Грабин назначается его начальником и главным конструктором. В 1955 году перед институтом ставится принципиально новая главная задача - создание атомных реакторов. В.Г.Грабин переводится с понижением на должность начальника отделения ЦНИИАВ. Однако он предпринимает огромные усилия по отстаиванию роли и задач института артиллерийского вооружения, добивается в марте 1956 года его воссоздания под названием ЦНИИ-58 в Министерстве оборонной промышленности СССР. С 1956 года

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 118 из 135

В.Г.Грабин - директор и главный конструктор ЦНИИ-58. В эти годы ЦНИИ-58 принимает участие в разработке тактических комплексов класса «земля-земля» и «земля-воздух».

В июле 1959 года ЦНИИ-58 вместе с опытным заводом, где работало около пяти тысяч человек, в том числе почти полторы тысячи инженеров и конструкторов, присоединили к расположенному поблизости ОКБ-1 С.П.Королёва. При этом уникальные архивы технической документации и музей образцов советской и иностранной артиллерийской техники, многие их которых существовали в единственном экземпляре, были уничтожены.

Такое решение стало прямым следствием линии Н.С.Хрущева на "ракетизацию" вооружения и принесло громадный ущерб отечественной артиллерии. В.Г.Грабин назначен в консультативную группу при Министре обороны СССР. С 1960 года - в отставке.

В 1960 В.Г.Грабин назначен начальником кафедры в МВТУ имени Баумана, где читал курс по артиллерийскому вооружению. Там же он создал уникальное молодежное ОКБ из числа студентов МВТУ и был его главным конструктором.

Жил в городе-герое Москве. Умер 18 апреля 1980 года. Похоронен на Новодевичьем кладбище в Москве.

Доктор технических наук (1941), профессор (1951). Депутат Верховного Совета СССР 2-го и 3-го созывов (в 1946-1954 годах). Депутат Верховного Совета РСФСР (с мая 1941 по 1947 годы).

4. Учебные программы практико-ориентированного цикла занятий «Введение в инженерную специальность. Бауманская школа будущих инженеров»

В данном разделе приведена программа практико-ориентированного цикла занятий «Введение в инженерную специальность. Бауманская школа будущих инженеров», разработанного и внедренного под руководством автора программы в рамках выполнения мероприятия № 8 за счет субсидий из бюджета города Москвы. Приведены программы 10 практико-ориентированных курсовых циклов по выбору школьников с выполнением индивидуальных проектов по разработанным темам инженерно-технической направленности.

Разработанные программы являются структурными составляющими практикоориентированного цикла «Введение в инженерную специальность. Бауманская школа будущих инженеров», в котором реализуется деятельностно-компетентностный подход к обучению школьников с выполнением ими индивидуальных проектов. Программы включают практические занятия в лабораториях кафедр и научно-образовательных центрах Университета, научные лекции, выполнение проектно-исследовательской работы с защитой ее результатов на коллоквиуме.

Обучение по разработанным программам на основе деятельностнокомпетентностного подхода с выполнением индивидуальных проектов предоставляет школьникам возможность познакомиться с различными направлениями инженерной деятельности, изучить прикладные свойства теоретических зависимостей, их взаимосвязь в профильных предметах: математика, физика, информатика, техника и технологии.

В приложениях 1-10 представлены следующие программы курсов по выбору:

- введение в инженерную специальность (приложение 1);
- введение в размерностные и системные представления физических величин (приложение 2);
- техническая физика (приложение 3);
- прикладная математика (приложение 4);
- системы автоматического управления (приложение 5);
- инженерный практикум по робототехнике на базе платформы Arduino (приложение 6);
- композиционные материалы и технологии (приложение 7);
- математика и программирование на службе инженера (приложение 8);
- техносферная безопасность (приложение 9);
- основы информационной безопасности (приложение 10).

Каждая программа предусматривает:

- лекции по выбранной школьником теме;
- практические занятия с целью изучения прикладных свойств теоретических зависимостей курса лекций, знакомства с работой новейшего оборудования.

В каждой программе приведен перечень тем с указанием целей, задач и методов исследования.

Вышеуказанные программы рекомендуются для внедрения в практику урочной и внеурочной деятельности в инженерных классах с учетом особенностей обучаемых, профессиональных интересов педагогов и организационно-педагогических условий реализации программ профильного инженерно-технического обучения в конкретной образовательной организации.

5. Современные проблемы инженерного образования

5.1. Современное состояние инженерного образования

В экономическом развитии России инженерное образование играет ключевую роль. Усилия государства по технологической модернизации промышленности должного успеха не принесут, если не будут сопряжены с адекватным обеспечением инженерными кадрами. Но и само инженерное образование нуждается в модернизации, опирающейся на лучшие российские традиции с учётом опыта передовых университетов мира. Российская инженерная школа, отточенная поколениями выдающихся отечественных учёных и педагогов, требует особого внимания.

Современные проблемы инженерного образования России связаны с политическими и экономическими потрясениями конца минувшего века. В тот кризисный период престиж инженерных специальностей резко упал. В машиностроительных отраслях в результате мощного оттока наиболее квалифицированных и активных специалистов возник дефицит кадров. Молодые инженеры выбирали те предприятия и сферы деятельности, которые могли дать им лучшее материальное обеспечение, лучшие перспективы и престижность.

Вузы, как правило, сохранили свой кадровый потенциал, но сократился приток молодёжи. Профессорско-преподавательский состав постарел. Значительно уменьшилось количество защит кандидатских и докторских диссертаций. Сократились творческие контакты университетов с промышленными предприятиями. Замедлился научный рост преподавателей, ослабли стимулы к научному и педагогическому росту. На этом фоне в образовательном процессе инженерных вузов стали проявляться негативные явления. Уровень подготовки инженеров в различных вузах снижался. Правда, благодаря ранее накопленным ресурсам процессы деградации были не столь заметны, но неуклонно нарастали.

В последние годы экономическое положение в стране улучшилось. Но ситуация в образовании в целом ещё вызывает озабоченность. Обострилась проблема качественного набора студентов на первый курс, влекущая за собой серьёзные, порой непреодолимые трудности последующего их обучения в университет. Обо всех этих проблемах отечественной инженерной школы хорошо известно, о них много пишут.

В то же время, некоторые ведущие инженерные вузы России, такие, как, например, МГТУ им. Н.Э. Баумана, проявили устойчивость к разрушающему воздействию кризиса. Здесь удалось сохранить высокое качество подготовки. На различных творческих состязаниях студенты, как и прежде, успешно конкурируют со своими ровесниками из самых престижных университетов мира. Компетентность выпускников отвечает высоким требованиям научно-производственной сферы. На рынке труда они востребованы и высоко оцениваются отечественными и зарубежными работодателями.

Истинное состояние современного инженерного образования наиболее объективно оно отражено в Первом Всемирном докладе ЮНЕСКО по инженерным наукам, который был опубликован в 2010 году [15]. Доклад составлен на основе материалов исследований в разных странах мира, предоставленных более чем 120 международными экспертами. В

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 122 из 135

докладе констатируется: наблюдающаяся во всём мире нехватка инженеров представляет угрозу развитию общества. Спрос на квалифицированных инженеров повсеместно растёт. Даже, например, в такой высокоразвитой стране как Дания к 2020 году на рынке труда прогнозируется нехватка 14 000 инженеров. А в странах Африки южнее Сахары дефицит инженеров и техников составляет 2,5 миллиона.

В то же время, говорится в докладе ЮНЕСКО, во всём мире падает популярность инженерных специальностей среди молодёжи, доля студентов технических университетов снижается. Падение популярности объясняют тем, что инженерная деятельность ассоциируется с тяжелой и скучной работой, которая плохо оплачивается. Обращается внимание на проблемы качества подготовки инженеров. Делается вывод, что инженерное образование нуждается в новых подходах. Рекомендуется усилить практическую направленность учебного процесса, ввести систему проблемного обучения.

Проблемы в сфере инженерного образования вызывают большую озабоченность во всём мире. Из упомянутого выше доклада ЮНЕСКО, из многочисленных публикаций и выступлений следует, что эти проблемы имеют глобальный характер. Они одинаково актуальны в различных регионах мира.

Чтобы получить более полную картину современного состояния инженерного образования и оценить тенденции его развития, рассмотрим ряд научных публикаций и материалы некоторых из международных форумов последних лет, представляющих существенный интерес.

5.2. Основные проблемы в организации профильной подготовки и пути их преодоления

Изучение опыта профильной подготовки, предшествующей высшему профессиональному образованию в системе непрерывного образования развитых стран мира, а также опыта становления и развития региональной системы профильной подготовки в условиях развития рыночной экономики, позволило выявить и обобщить основные проблемы и противоречия в организации профильной подготовки в условиях экономической трансформации общества.

С одной стороны, следует констатировать наличие имеющегося опыта решения отдельных проблем профильной подготовки в отечественной системе непрерывного образования, а с другой – отсутствие его целостного научного осмысления и описания, а также системной модели, проектирующей новые формы и механизмы ее организации на региональном уровне.

К положительным аспектам профильного подхода к обучению специалисты относят следующие: благоприятные условия для развития задатков способностей, усиление мотивации к учебе, реализация свободы выбора, использование сенситивных периодов в развитии личности школьника и др.

К отрицательным аспектам профильного обучения можно отнести сужение образовательного пространства; отсутствие надежных методов психологической диагностики познавательных интересов и задатков способностей школьников; неразработанность методов мониторинга и коррекции образовательного процесса; неразвитость системы школьных психологических служб и др. Кроме того, распределение учащихся по профильным классам часто происходит не на основе результатов

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 123 из 135

профессиональной диагностики, а по рекомендации учителя, по региональным возможностям школы, по желанию учащихся, по остаточному принципу (где осталось место) и т. д. Желание учащихся не всегда может быть ориентиром при профильном распределении, так как мотивами школьников часто служат: «где полегче», «туда пошли мои друзья», «это престижно», «мне все равно». Кроме того, адекватная самооценка своих возможностей учащихся по различным причинам (возрастным, психологическим, социальным и т. д.) не всегда бывает сформирована и не является достаточным условием для распределения в профильные классы.

Сегодня профильное образование вынуждено брать на себя компенсаторную функцию коррекции содержания общего среднего образования, которое отстаёт от задач приближения его к требованиям рационального профессионального выбора молодыми людьми и сохраняет некоторую академическую заданность, выраженную в преподавании "основ наук" и определяемую стандартизованным набором учебных предметов.

В современных условиях предпринимаются попытки ориентировать перспективное реформирование общего среднего образования на социальное воспроизводство трудовых, в первую очередь интеллектуальных, ресурсов России. Однако почему-то профильное образование ориентируется в первую очередь на вузы, что подпитывает тенденцию спонтанного асимметричного расширения высшего образования.

Профильная подготовка в регионах осуществляется, в основном, в рамках традиционных видов деятельности, однако на современном этапе необходим педагогический поиск более эффективных форм.

Каждый из базовых профильных курсов должен отражать: представления о состоянии и перспективах развития теории и практики в данной области экономической деятельности; спектр траекторий получения профессионального образования, особенности этого образования; психолого-педагогическое сопровождение профессионального самоопределения школьников в профильном обучении; возможности дополнительного образования, информационного обеспечения расширения представлений о профессиональной деятельности людей в русле выбранного профиля обучения; состояние рынка труда и занятости.

Решение проблемы профилизации в городе или районе, как правило, переложено на плечи школы и образовательной сети территорий, при этом каждая школа должна в одиночку выбирать профили, учитывая свои возможности и ресурсы, не связывая выбор профилей с экономической ситуацией территории; однако системе муниципального образования в одиночку не решить эту проблему, поэтому профилизация должна быть «привязана» к региональным и муниципальным программам развития.

Рассмотрим типичные точки зрения на вопрос эффективности профильного обучения. Полный перечень критериев эффективности профильного обучения учащихся старших классов включает в себя оценки владение учащимися знаниями, сформированности у учащихся умений, сформированности мотивационно-ценностных ориентаций учащихся.

Организационно-педагогические условия предполагают, что эффективность профильного обучения возможна, если стимулируется активная позиция учащихся и учителей в учебном процессе. Следовательно, введение профильного обучения возможно не только через содержание образовательных модулей, но и посредством новых педагогических и методологических подходов. Основным в этом случае является

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 124 из 135

использование проблемно-исследовательских ситуаций, основанных на тематике профиля обучения.

Таким образом, эффективность воспитательно-образовательного процесса должна определяться не тем, что делает учитель, а тем, что под его руководством и с его помощью делают учащиеся для самостоятельного выбора своей профессиональной будущности. В связи с этим главнейшей профессиональной задачей учителя профильных создание эффективной образовательной многомерной классов является учитывающей индивидуальные склонности запросы учащихся. различия, И Образовательная среда может быть представлена как полигон разнообразной познавательной деятельности в системе учащийся-учащиеся-учитель на конкретном учебном материале.

Система методов оценки эффективности методического обеспечения с учетом комплекса организационно-педагогических условий, как правило, включает в себя тестирование учащихся и учителей профильных классов; проведение диагностических контрольных работ; метод экспертных оценок; наблюдение; изучение документации и продуктов различных видов деятельности учащихся и учителей.

Вместе с тем практика показывает, что потребность в обосновании критериев анализа эффективности реализации проекта профильного обучения в старшей школе попрежнему до конца не удовлетворена. Чтобы оценить эффективность профильного обучения в конкретном образовательном учреждении необходимо разработать систему индикаторов (показателей), соответствующих внутришкольным и внешним (социальным) критериям эффективности профильного обучения; выявить недостатки в организации мониторинга и оценки, наметить пути коррекции.

В МГТУ им. Н.Э.Баумана разработана комплексная система взаимодействия с профильными образовательными организациями. Она включает:

- процедуру добровольной академической аттестации школ желающих заключить договор о взаимодействии с Университетом. Ключевым фактором аттестации является качество образования по профильным предметам (физика, математика, информатика, русский язык). По результатам заключений экспертных комиссий школам присваиваются категории:
 - ° Базовое профильное образовательное учреждение МГТУ им. Н.Э.Баумана
 - ° Образовательное учреждение партнер МГТУ им. Н.Э.Баумана
 - ° Профильная образовательная организация ассоциированный партнер МГТУ им. Н.Э. Баумана, для школ желающих и имеющих возможность к реализации профильного инженерно-технического обучения, но не достигших пока высоких результатов.
- планируемые и контролируемые мероприятия по созданию и развитию интеллектуально-развивающей среды профильного инженерно-технического обучения как ресурса повышения качества образования;
- научно-обучающие ознакомительные экскурсии в научно-образовательные центры и на кафедры Университета с проведением лабораторных экспериментов на современном оборудовании, летние инженерные практики, циклы занятий по подготовке команд к олимпиадам и конкурсам городского и Всероссийского уровней, инженерные курсы по выбору с проектно-исследовательским обучением и другие;

- осуществление профильной и предпрофильной подготовки школьников в системе интерактивных занятий с профессорско-преподавательским составом Университета, где развиваются творческие способности будущих инженеров;
- комплекс мероприятий по повышению профессиональной компетентности педагогов: мастер-классы, обучающие семинары, циклы повышения квалификации по наиболее сложным вопросам профильного инженерно-технического обучения и обеспечения междисциплинарных подходов в предпрофильном и профильном обучении;
- отработка основных направлений взаимодействия вуза с промышленными предприятиями для подготовки образовательного процесса в инженерных классах.

Таким образом, в системе довузовской подготовки МГТУ им. Н.Э.Баумана применяется «русский метод обучения» векторно сориентированный на современные условия.

5.3. Результаты мониторинга профильного инженерно-технического обучения в образовательных организациях города Москвы

Под руководством автора за счет субсидий из бюджета города Москвы в 2015 году проведен мониторинг профильного инженерно-технического обучения в образовательных организациях города Москвы по приоритетному направлению «Развитие системы профильного обучения в условиях интеграции общего и дополнительного образования» в рамках реализации проекта «Векторного взаимодействия МГТУ им Н.Э.Баумана и образовательных организаций города Москвы с целью развития интеллектуальной развивающей среды профильного инженерно-технического обучения как ресурса повышения качества образования».

Объект исследования: 60 образовательных организаций города Москвы, реализующих профильное инженерно-техническое техническое обучение и отобранных в качестве участников мониторинга

Предмет исследования: состояние и качество системы профильного инженернотехнического обучения в образовательных организациях города Москвы.

Описание выборки. Тип выборки — стратифицированная кластерная. Построение выборки проходило в два этапа. Первый этап: отбирались образовательные организации, реализующие профильное обучение по инженерно-техническим направлениям. Образовательные организации, сотрудничающие с МГТУ им. Н.Э.Баумана включались в выборку с вероятностью 1. Второй этап: в каждой школе проводился отбор учащихся 10 и 11 классов инженерно-технического профиля, количество респондентов в классе определялось случайным образом.

Опрос выявил достаточно высокий профессиональный потенциал и значительные компетентностные возможности педагогических кадров в осуществлении профильного инженерно-технического обучения. Все опрошенные педагоги имеют высшее педагогическое по преподаваемым предметам, 10% из них имеют ученые степени. Большинство опрошенных — 55,8% имеют опыт преподавания на профильном уровне более десяти лет, до 10 лет преподавания у 14% респондентов, а до 5 лет — 30,2% опрошенных. Для 76% опрошенных педагогов преподаваемые предметы являются профильными, для 24% - нет.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 126 из 135

В обследуемых образовательных организациях представлен широкий спектр направлений профильного обучения, подавляющее большинство образовательных организациях осуществляет обучение сразу по нескольким направлениям профильного обучения:

Самое объемное физико-математическое направление, в его реализации участвуют – 80% опрошенных учителей. Инженерно-техническое направление подготовки осуществляют 39,5% респондентов. Среди направлений профильного обучения, реализуемых в образовательных организациях: информационно-технологическое составляет 41%, естественнонаучное – 45%, социально-экономическое – 41%, социально-гуманитарное -27%, универсальное – 14% (рисунок 5.1).

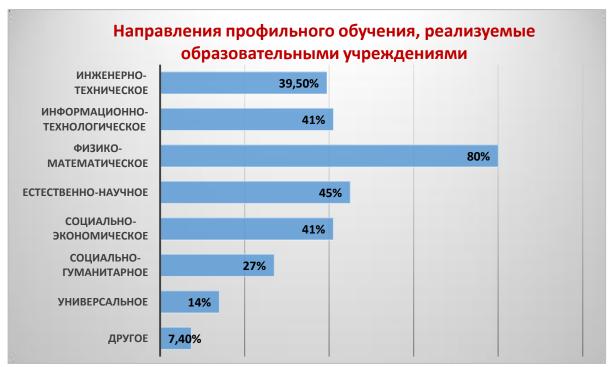


Рисунок 5.1. Рейтинговое распределение ответов на вопрос анкеты педагогов «Перечислите все направления профильного обучения, реализуемые образовательным учреждением, в котором вы работаете»

В опросе участвовали как образовательные организации, осуществляющие подготовку только по одному направлению профильного обучения, так и образовательные организации, не осуществляющие никакого профиля, а в некоторых учебных заведениях, педагоги отметили, что благодаря индивидуальным учебным планам учащихся, есть возможность вести подготовку по всем направлениям. Среди других направлений профильной подготовки педагоги-респонденты указали: медицинское, биологическое, инженерный и кадетский классы.

Ответ на данный вопрос предполагал выбор преподавателем-респондентом нескольких ответов, что отразилось на общем представлении о реализации профильного обучения в обследуемых образовательных организациях. Всего было получено 766 ответов.

Также опрос выявил, что предпочтения старших школьников в области профильного обучения в целом совпадают с направлениями профильного обучения, реализуемых в образовательных учреждениях и указанных в анкетах педагогов.

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 127 из 135

Старшеклассники отметили: в физико-математическом профиле обучается — 67% респондентов, в инженерно-техническом профиле обучаются 8,5% школьников, информационно-технологическое направление назвали — 18,2% респондентов, а «другое» указали 4,2% опрошенных. Среди других направлений профильного обучения, отмеченных школьниками, преобладает физико-математический профиль с углубленным знанием английского (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2. Рейтинговое распределение ответов на вопрос анкеты школьника «Отметьте направление профиля, в котором вы обучаетесь»

Было выявлено, что среди профилей инженерно-технической направленности доминирует информационный профиль, его указали 66,7% педагогов, участвующих в опросе. 24% опрошенных учителей участвуют в реализации робототехнического профиля, 8,5% - аэрокосмического, 2,5 — оборонно-технического, а 12% опрошенных указали, что в их образовательных учреждениях вообще не осуществляется профильная подготовка инженерно-технической направленности (рисунок 5.3). В числе других профилей инженерно-технической направленности отмечен и биолого-технический профиль, как пример инновационного конвергентного направления, на стыке техники и биологии.



Рисунок 5.3. Рейтинговое распределение ответов на вопрос анкеты педагога «Какие профили инженерно-технической направленности реализуются в вашей образовательной организации»

Проведённое исследование позволило выявить следующую тенденцию: большинство учащихся старших классов, обучающихся в образовательных организациях, реализующих профильное инженерно-техническое обучение, демонстрируют устойчивую образовательную мотивацию, связывая свое профессиональное обучение именно с профильным вузом. Можно утверждать, что большинство школьников определили свою образовательную траекторию: «профильный класс – профильный вуз».

В области информационных технологий планируют работать 33,8% респондентов, технику и инженерные технологии — выбрали 45,8% респондентов, на работу в области транспорта, строительства, сервиса ориентированы 7,6% опрошенных. Определенная часть обучающихся связывает будущую деятельность с экономикой, организацией и управлением — 15, 1%, а 5,9% учащихся планируют работать в сфере фундаментальных наук (рисунок 5.4). Значительная часть школьников рассматривает возможность самореализации в нескольких профессиональных направлениях — 67% опрошенных указали более одной позиции выбора.



Рисунок 5.4. Рейтинговое распределение ответов на вопрос анкеты школьника «С какой профессиональной областью вы связываете свою будущую профессию?»

Респонденты-школьники практически единогласно заявили, что выбранный ими профиль соответствует индивидуальным предпочтениям как самого респондента, так и предпочтениям родителей (рисунок 5.5).

Таким образом, опрос выявил, что одним из доминирующих моментов социальнопсихологического состояния большинства старшеклассников, выступает чувство удовлетворенности обучением в образовательных организациях, реализующих профильное инженерно-техническое образование.

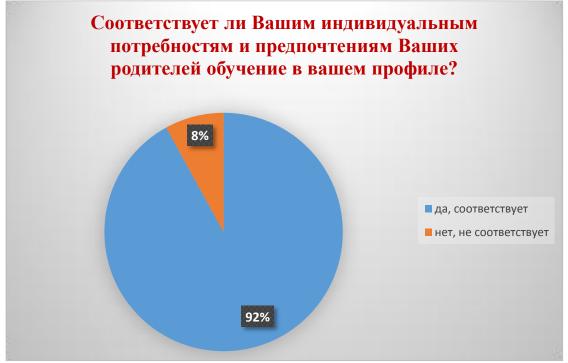


Рисунок 5.5. Рейтинговое распределение ответов на вопрос анкеты школьника «Соответствует ли вашим индивидуальным потребностям и предпочтениям ваших родителей обучение в вашем профиле?»

Приложение 4.14 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Введение в инженерную специальность. Инженерные школы России» стр. 130 из 135

Мониторинг выявил, что в целом, педагоги достаточно критично оценивают итоги организации системы профильного инженерно-технического обучения, реализуемого образовательными организациями (рисунок 5.6).



Рисунок 5.6. Рейтинговое распределение ответов на вопрос анкеты педагога «Какие недостатки в организации профильного инженерно-технического обучения, с Вашей точки зрения, снижают его эффективность?»

что для большинства педагогов, именно уровень готовности Опрос выявил, обучающихся к профильному инженерно-техническому обучению является основным критерием качества профильного обучения. Слабая подготовка детей на предыдущих уровнях, недостаточная, по мнению педагогов, мотивированность учащихся, а также существующая сегодня в образовательных организациях система отбора учащихся в профильные классы снижают эффективность организации профильного инженернотехнического обучения. Следует обратить внимание, что методическая и материальнотехническая база профильного обучения, ее развивающие возможности (в том числе обновление учебных лабораторий и предметных кабинетов, компьютерной техники, специальных компьютерных программ) В представлении учителей являются проблематичными, что отражается на эффективности формирования и внедрения системы профильного инженерно-технического образования. В анкетах так же встречались замечания, что к недостаткам следует отнести отсутствие связей между дисциплинами внутри профиля.

Выяснено, что сами школьники не всегда разделяют позиции и мнения своих учителей. Сравнивая ответы старшеклассников с видением учителей на профильное обучение, следует обозначить ряд рассогласований в позициях, что не способствует его эффективности.

Так, не согласуются мнения и установки школьников и учителей относительно организации учебной деятельности, распределение учебной нагрузки в профильных классах, мотивационных оснований обучения в профильном классе.

Например, отвечая на вопрос анкеты о том, с какими трудностями и проблемами сталкивается сегодняшний старшеклассник в процессе профильного обучения, абсолютное большинство опрошенных отметили, что чрезмерная загруженность в учебное и во внеурочное время – основная трудность при обучении в профильном классе – 69,7% опрошенных (рисунок 5.7). При этом, многие опрошенные в своих ответах выделяли не единственную проблему профильного обучения.



Рисунок 5.7. Рейтинговое распределение ответов на вопрос анкеты школьника «Какие проблемы и трудности вы испытываете в процессе профильного обучения?»

Таким образом, в результате проведения мониторинга были сделаны следующие выводы:

1. Мониторинг зафиксировал институциональное становление комплексной системы профильного инженерно-технического обучения в обследуемых образовательных организациях как важной задачи реализации ФГОС. Было выявлено, что в школьном образовательном пространстве города Москвы ведется работа по обеспечению широкого диапазона профильного обучения на уровне школ, что является важным основанием для реализации индивидуальных потребностей обучающихся. В то же время в школах, осуществляющих профильное инженернотехническое обучение, пока не сложилась система реализации конкретных инженерно-технических профилей ПО областям техники: например, аэрокосмического, робототехнического, энергомашиностроительного, наномикросистемной техники и т.д.

Очевидно, что такие профили в профили в инженерных классах московских школ могут быть реализованы только при системном взаимодействии с ведущими техническими университетами, что выводит организацию профильного инженернотехнического обучения за рамки отдельной образовательной организации.

2. В образовательных учреждениях, реализующих направления профильного обучения в настоящее время еще не сложилась устойчивая система отбора

школьников в профильные классы. Педагоги профильного обучения выразили явное недовольство существующими практиками отбора в профильные классы. Необходимо разработать критериальные показатели отбора учащихся в профильные инженерные классы, предусмотрев в них наличие предпрофильной подготовки.

- 3. Мониторинг выявил комплекс дидактических проблем, актуализированный реализацией профильного инженерно-технического обучения. На повестке дня стоит необходимость создания совместно с вузами учебных программ по профильным предметам, программ элективных курсов, научно-практических занятий на базе кафедр и лабораторий вуза, научно-ознакомительных практик с проектно-исследовательским обучением.
- 4. В образовательных организациях необходимо провести работу по исключению перегрузки школьников в процессе профильного инженерно-технического обучения, опираясь на эффективный учебный план (Приказ ДО г. Москвы № 669 от 06.11.2013 г. «О реализации пилотного проекта по внедрению эффективного учебного плана), рекомендованный ГБОУ «Городской методический центр», который четко определяет количественные и качественные показатели профильного обучения.

Проведенные исследования и их результаты обладают статистической достоверностью и их результаты, безусловно, помогут педагогам инженерных классов в их профессиональной деятельности.

Список литературы

- 1. Крутько П.Д. Очерки истории высшего технического образования. –М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана – 2012. – 140 с.
- 2. 175 лет история отечественной инженерной школы: материалы к лекциям и беседам юбилея "175 лет МГТУ им. Н. Э. Баумана" / сост. Базанчук Г. А., Волохова Г. Л.; МГТУ им. Н. Э. Баумана. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 37 с.
- 3. Основатели научных школ Московского государственного технического университета имени Н.Э.Баумана: Краткие очерки. /Под ред. Е.Г. Юдина, К.Е. Демихова.- Москва: МГТК им. Н.Э. Баумана, 2005.-632 с.: ил.
- 4. Бауманцы летчики-космонавты СССР и России // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2006. № 4. С. 118-125.
- 5. Бауманцы в космосе: Буклет. М., [2005]. 19 с.: ил. К 175-летию МГТУ им. Н. Э. Баумана.
- 6. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы / Сапрыкин Д. Л. // Высшее образование в России. 2012. № 1. С. 125-137.
- 7. Александров А.А. МГТУ им. Н.Э. Баумана: опыт, традиции и инновации в подготовке инженерных и научных кадров // Журнал «Инженерное образование». 2012. -№10. С. 6-13
- 8. Ежемесячный дайджест МГТУ им. Г. Э. Баумана «Первый». март-апрель 2012 С. 14 16
- 9. Философский подход к технике // "Литературная газета" общественно-политический еженедельник.- №7 (5867)20 26 февраля 2002 г.
- 10. Колесников К.С. Научные и инженерные школы МГТУ им. Н.Э.Баумана// Журнал «Машиностроение и инженерное образование». 2006. №1. С. 12 15
- 11. Сапрыкин Д.Л. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы. // Высшее образование в России. 2012. № 1. С. 125 137
- 12. Грабин Василий Гаврилович http://www.warheroes.ru/hero/hero.asp?Hero_id=9024 (дата обращения 25.11.2016)
- 13. Доллежаль Николай Антонович http://www.bmstu.ru/scholars/dollejal_n_a (дата обращения 25.11.2016)
- 14. Дорофеев А.А. Результаты ЕГЭ и методы повышения успеваемости студентов младших курсов инженерных вузов // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. № 3. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/563161.html (дата обращения 26.11.2016).
- 15. Первый Всемирный доклад ЮНЕСКО по инженерным наукам: нехватка инженеров угроза развитию // UNESCO.ORG. Франция, 2010. Режим доступа: http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf (дата обращения 26.11.2016).
- 16. Симоньянц Р. П. Проблемы инженерного образования и их решение с участием промышленности // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 3. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/699795.html (дата обращения 26.11.2016).

- 17. Алижанова X. А. Основные проблемы и противоречия в организации профильной подготовки, эффективность профильного обучения // Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии: сб. ст. по матер. XIII междунар. науч.-практ. конф. Часть II. Новосибирск: СибАК, 2012. Режим доступа: https://sibac.info/conf/pedagog/xiii/26929 (дата обращения 26.11.2016).
- 18. Тематический дневник «О качестве инженерного образования в России» http://old.tpp-inform.ru/analytic_journal/5369.html (дата обращения 26.07.2016)
- 19. Развитие инженерного образования и его роль в модернизации http://www.akvobr.ru/razvitie_inzhenernogo_obrazovanija_ego_rol_v_modernizacii.html (дата обращения 26.07.2016)



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА КУРСОВОГО ШИКЛА ПО ВЫБОРУ

ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ.

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ» для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Галиновский Андрей Леонидович, д.т.н., профессор

Москва, 2016 г.

І. ОБШАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа направлена на внедрение новых форм и методов обучения, его индивидуализацию, использование комплекса новейших технических средств и технологий обучения с акцентом на активные виды самостоятельной индивидуальной работы. Актуальность программы связана с необходимостью реагировать на современные вызовы и социально-экономические изменения, происходящие в мире и обществе, связанные с потребностью в новых способностью профессиональных качествах современных специалистов: адаптироваться к меняющимся условиям трудовой деятельности, самообразовываться и саморазвиваться, оптимизировать энергозатраты, эффективно использовать имеющиеся ресурсы и др. Программа соответствует приоритетному направлению развития науки. Российской техники (утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899) «Транспортные и космические системы» и направлена на получение знаний, умений и навыков в области проектирования, сборки и испытаний деталей авиационной и ракетно-космической техники. Педагогическая проекта целесообразность обусловлена расширением традиционной лилактической парадигмы, ориентированной на репродуктивное обучение, наполнение ее элементами проектного инженерного образования. Отличительной особенностью программы является формирование сопряжённых между собой индивидуализированных образовательных траекторий школьников, реализуемых в рамках единой тематики проекта. Неразрывность этапов реализации проекта и его технологический уклад соответствуют принципам и подходам обеспечения жизненного цикла изделий авиационной и ракетно-космической техники. Программа ориентирована на учащихся 8-11 классов школы и состоит из четырех взаимосвязанных этапов длительностью три академических часа каждый, требующих поочередного прохождения обучения. Ожидаемыми результатами реализации проекта на учащегося является активизация мыслительной активности, уровне межпредметных связей, формирование критического и творческого мышления, повышение мотивации к получению инженерного образований и др. Результаты освоения полученных знаний, умений и навыков будут оценены и проверены с помощью бипарадигмальной методологии, основанной на получение количественных данных тестирования и качественных экспертных оценок, что гарантирует получение объективной информации о фактическом уровне учебных достижений.

Ключевые слова: профильное инженерно-техническое обучение, учащиеся инженерных классов московских школ, профильное инженерно-техническое обучение, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в московской школе», практико-ориентированное обучение, экспериментальное исследование на кафедрах и в лабораториях, деятельностно-компетентностный подход к обучению школьников, взаимодействие с профессорско-преподавательским составом Университета, интеграция лекций, практических занятий и проектно-исследовательской деятельности, получение и анализ полученных результатов, коллоквиум, метапредметные связи, формирование компетенций школьников в области проектирования и сборки деталей авиационной и ракетно-космической техники, развитие познавательных интересов.

- 1.2. Категория обучающихся: учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- 1.3. Цель программы состоит в создании базовых условий и формировании предпосылок, при которых учащиеся профильных инженерных классов будут самостоятельно и при консультативно-информационной поддержке преподавателей университета приобретать недостающие знания из разных областей науки и техники; пользоваться и закреплять приобретенные ранее знания при

решении практических задач; приобретать коммуникативные навыки при работе в малых рабочих группах; развивать системное мышление, творческие способности и исследовательские умения.

1.4. Задачи программы

- оказывать содействие развитию творческих способностей и интеллекта учащегося;
- погружать учащегося в логику профессиональной деятельности, повышая его мотивацию в получении необходимых для этого знаний, умений и навыков;
- сформировать, корректировать и контролировать содержание, структуру и темп реализации индивидуального плана работы над проектом;
- обеспечить комплексный подход к получению искомых результатов проекта, дозированное и сбалансированное предоставление новой информации и практических материалов, обеспечивая комфортные условия для физиологического и психического состояния ученика;
- создать условия для осознанного усвоение новых знаний на примере их использования в решении прикладных инженерно-технических задач и обучить учащихся получать знания через свою деятельность.

1.5 Трудоемкость обучения:

- срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели;
- из них контролируемая самостоятельная работа обучающихся под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э.Баумана 4 аудиторных часа.
- **1.6. Режим занятий** -3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, октябрь-ноябрь.
- **1.7.** Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

П. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

2.1. Знать: основы научного стиля мышления и инженерной деятельности; последовательность и сущность умственно-практических действий, принципы формирования алгоритмических и эвристических приемов умственной деятельности.

2.2. Уметь:

- планировать и проводить этапы исследования;
- контролировать, систематизировать, анализировать и обобщать результаты практических занятий;
- формулировать гипотезу исследования и структурировать этапы выполнения индивидуального задания;
- организовать и контролировать физиологическую и психическую деятельность;
- представлять и защищать результаты выполнения индивидуального задания;
- творчески мыслить и переносить имеющиеся знания на текущее поле деятельности;
- критически оценивать результаты собственной исследовательской работы;
- использовать различные открытые источники информации, работать с литературой, осознанно воспринимать и анализировать собранные данные для достижения поставленных целей научно-творческой деятельности;

- **2.3.** Приобрести навыки: самостоятельной индивидуальной, групповой и коллективной работы над проектом; актуализации собственного имеющегося опыта; субъект-субъектных отношений и диалогового межличностного общения, сотрудничества и сотворчества,
- 2.5. Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой индивидуального проекта, результаты текущего рубежного контроля указываются формы

ІІІ. СОЛЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Виды занятий	Объем занятий (час.)
1.	Научные лекции	4
2.	Практические занятия в лабораториях ка- федр и научно-образовательных центрах Университета	4
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы	3
4.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1
ВСЕГО		12

3.2. Тематический учебный план

№ п/п	Наименование темы		В том числе:			
		Всего часов	Лекции*	Научный практикум**	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Введение в технологию специального машиностроения	3	1	1	1	
2.	Технология послойного лазерного спекания	3	1	1	1	Блиц опрос
3.	Технология сборки и испытаний элементов конструкций летательных аппаратов	.5	1	1	l	
4.	Обработка резанием на современных станках с ЧПУ	2	1	1		Рубежный контроль
5.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1			1	Защита проекта
ВСЕГО		12	4	4	4	

^{* -} изучение теоретических зависимостей и их прикладных свойств по тематике цикла

3.3. Учебная программа

No	Темы лекций,	Содержание лекций,
п/п	практических занятий,	практических занятий, исследовательских проектов
	исследовательских проекто	учащихся, используемых образовательных

^{** -} научный практикум может включать семинарские занятия, деловые и ролевые игры с моделированием изучаемых процессов, работу на современном лабораторном оборудовании

	учащихся	технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
	Н	азвание темы (12 часов)
1.	Лекция 1. Основы технологии послойного лазерного спекания (1 час)	Основные понятия и определения, используемые в технологии послойного лазерного спекания (ПЛС). Метод селективного лазерного спекания, как основа технологии ПЛС. Применение ПЛС и возможности данного метода. Факторы, влияющие на качество деталей, выполненных методом ПЛС. Основные технологические операции получения деталей методом ПЛС. Основные принципы разработки маршрутного технологического процесса изготовления элемента конструкции летательного аппарата методом ПЛС Структура производственного цикла изготовления продукции методом ПЛС Понятие о жизненном цикле технической системы Технологические режимы лазерного спекания порошковых материалов
2.	Практическое занятие 1. Технологические инструменты при лазерном послойном спекании (1 час)	Основные принципы разработки маршрутного технологического процесса изготовления элемента конструкции летательного аппарата методом ПЛС. Построение причинно-следственных диаграмм качества получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом ПЛС Построение диаграммы влияния технологических факторов получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом ПЛС. Определение трудоемкости операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания методом ПЛС. Изучение характеристик установки для ПЛС. Понятие операционного эскиза и техника выполнения для операций ПЛС. Технологические расчеты. Определение технологических режимов проведения операций при ПЛС.
3.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой с разделением ролей. Используется проектный подход к обучению. Школьники выполняют следующие виды работ. Построение причинно-следственных диаграмм качества получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания. Построение диаграммы влияния технологических факторов получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания. Определение трудоемкости операции получения детали

		элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания. Оценка достоинств и недостатков операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания, выбор альтернативных методов ее изготовления. Разработка операционного эскиза для технологической операции послойного лазерного спекания детали элемента конструкции летательного аппарата.
4.	Лекция 2. Обработка резанием в специальном машиностроении (1 час)	Основные понятия и определения, используемые в технологии механической обработки резанием (МОР). Процесс стружкообразования как основа технологии обработки резанием. Основные виды МОР, детали, получаемые данным методом и технологическое оборудование. Применение МОР и технологические возможности данного метода. Факторы, влияющие на качество деталей, выполненных методом МОР. Основные технологические операции получения деталей методом МОР. Основные принципы разработки маршрутного технологического процесса изготовления элемента конструкции летательного аппарата методом МОР. Структура производственного цикла изготовления продукции методом МОР. Технологические режимы фрезерования на станках с ЧПУ
5.	Практическое занятие 2. Технологические инструменты обработки материалов резанием (1 час)	Основные принципы разработки маршрутного технологического процесса изготовления элемента конструкции летательного аппарата методом МОР. Построение причинно-следственных диаграмм качества получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом МОР. Построение диаграммы влияния технологических факторов получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом МОР. Определение трудоемкости операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания методом МОР. Изучение характеристик фрезерного станка с ЧПУ. Понятие операционного эскиза и техника выполнения для операций МОР на фрезерных станках с ЧПУ. Технологические расчеты. Определение технологических режимов проведения операций при фрезеровании.
6.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час))	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой с разделением ролей. Используется проектный подход к обучению. Школьники выполняют следующие виды работ. Построение причинно-следственных диаграмм качества получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом фрезерования.

7.	Лекция 3. Сборка и испытания элементов конструкций летательных аппаратов (1 час)	Построение диаграммы влияния технологических факторов получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом фрезерования. Определение трудоемкости операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом фрезерования. Оценка достоинств и недостатков операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом фрезерования, выбор альтернативных методов ее изготовления. Расчет режимов резания при фрезерной обработке детали элемента конструкции летательного аппарата Разработка операционного эскиза для технологической операции фрезерования детали элемента конструкции летательного аппарата. Основные принципы разработки маршрутного технологического процесса сборки и испытаний элемента конструкции летательного аппарата. Виды соединений. Номенклатура сборочных операций. Технологичность изделий при сборке. Методы неразрушающего контроля и диагностика в качестве альтернативы разрушающим испытаниям. Важность и причины испытаний элементов конструкций летательных аппаратов. Технологические инструменты сборки и испытаний элементов конструкций летательных аппаратов. Факторы влияющие на качество проведения операции сборки и испытания элемента конструкции летательного аппарата. Определение трудоемкости проведения операций сборки и испытаний элемента конструкции летательного
8.	Практическое занятие 3. Технологические инструменты сборки и испытаний (1 час)	Разработка маршрутного технологического процесса сборки и испытаний элемента конструкции летательного аппарата. Построение причинно-следственных диаграмм качества проведения технологического процесса сборки и испытаний элемента конструкции летательного аппарата. Построение диаграммы влияния технологических факторов проведения технологического процесса сборки и испытаний элемента конструкции летательного аппарата. Определение трудоемкости проведения операций сборки и испытаний элемента конструкции летательного аппарата. Изучение устройства, принципа действия разрывной машины. Понятие операционного эскиза и техника выполнения для операций сборки и испытаний элемента конструкции летательного аппарата.
9.	Выполнение проектно- исследовательской работы	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой с разделением ролей. Используется

проектный подход к обучению. (1 yac) Школьники выполняют следующие виды работ. Построение причинно-следственных диаграмм качества сборки элементов конструкции летательного аппарата методом клепки. Построение причинно-следственных диаграмм качества проведения операции испытания элемента конструкции летательного аппарата. Построение диаграммы влияния технологических факторов проведения сборки элементов конструкции летательного аппарата методом клепки. Построение диаграммы влияния технологических факторов испытания элемента конструкции летательного аппарата. Определение трудоемкости операции сборки элементов конструкции летательного аппарата методом клепки. Определение трудоемкости операции испытания элемента конструкции летательного аппарата. Оценка достоинств и недостатков операции сборки элементов конструкции летательного аппарата методом клепки, выбор альтернативных методов ее осуществления. Оценка достоинств и недостатков операции испытания на прочность элемента конструкции летательного аппарата, выбор альтернативных методов ее проведения. Проектный расчет прочности заклепочного соединения детали элемента конструкции летательного аппарата. Прочностные испытания заклепочного соединения и сравнение данных с проектным расчетом. Разработка операционного эскиза для технологической операции испытания на прочность элемента конструкции летательного аппарата. Разработка операционного эскиза для технологической операции сборки элемента конструкции летательного аппарата методом клепки. 10. Лекиия 4. Основы Основные понятия и определения, используемые в технологии специального машиностроения. технологии специального Понятие технической системы и качества технической машиностроения (1 час) системы. Причинно-следственные диаграммы качества как инструмент технолога Основные принципы разработки маршрутного технологического процесса изготовления элемента конструкции летательного аппарата Диаграммы влияния технологических факторов получения детали элемента конструкции летательного аппарата Структура производственного цикла продукции Понятие о жизненном цикле технической системы Основы организации производства летательных аппаратов Подходы к применению альтернативных технологий при производстве летательных аппаратов.

		Понятие технологичности конструкции.
		Понятие технологических режимов производства.
11.	Практическое занятие 4.	Основные принципы разработки маршрутного
	Расчет основных	технологического процесса изготовления элемента
	характеристик	конструкции летательного аппарата
	технологических операций (1	Построение причинно-следственных диаграмм качества
	час)	получения детали элемента конструкции летательного аппарата
		Построение диаграммы влияния технологических
		факторов получения детали элемента конструкции
		летательного аппарата
		Определение трудоемкости операции получения детали
		элемента конструкции летательного аппарата методом
		послойного лазерного спекания
		Определение суммарной трудоемкости изготовления и испытания элемента конструкции летательного аппарата
		Понятие операционного эскиза и техника выполнения
		Технологические расчеты. Определение
		технологических режимов проведения операций.
12.	Итоговое мероприятие -	Содержание коллоквиума (с обсуждением полученных
	коллоквиум	результатов и защитой проектов)

3.4. Список тем исследовательских проектов

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
1.	Построение причинно- следственных диаграмм качества получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания	Цель — знакомство с современной аддитивной технологией послойного лазерного спекания. Задачи: изучение принципов послойного лазерного спекания (ПЛС), знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, анализ факторов, влияющих на качество получения деталей методом ПЛС. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
2.	Построение причинно- следственных диаграмм качества получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом фрезерования	Цель — знакомство с технологий обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ. Задачи: изучение принципов резания при фрезеровании, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, анализ факторов, влияющих на качество получения деталей методом фрезерования. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение

		индивидуальных консультаций.
3.	Построение причинно- следственных диаграмм качества сборки элементов конструкции летательного аппарата методом клепки	Цель — знакомство с технологией сборки элемента конструкции летательного аппарата методом клепки. Задачи: изучение принципов выполнения соединений, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, анализ факторов, влияющих на качество получения неразъемных соединений методом клепки. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
4.	Построение причинно- следственных диаграмм качества проведения операции испытания элемента конструкции летательного аппарата	Щель — знакомство с технологией выполнения прочностных испытаний. Задачи: изучение принципов организации прочностных испытаний, знакомство с возможностями и особенностями оборудования и реализации данной технологии, анализ факторов, влияющих на качество проведения испытаний на прочность с применением разрывной машины. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
5.	Разработка маршрутного технологического процесса изготовления элемента конструкции летательного аппарата	Цель — формирование представления о структуре укрупненного технологического процесса и особенностях его составления. Задачи: изучение принципов организации маршрута изготовления деталей летательных аппаратов, знакомство с особенностями производства деталей летательных аппаратов, изучение стриктуры производственного цикла продукции, знакомство с теорией организации производства. Методы исследования: анализ литературы по вопросам организации производства и основ технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
6.	Построение диаграммы влияния технологических факторов получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного	индивидуальных консультации. Цель – знакомство с современной аддитивной технологией ПЛС. Задачи: изучение принципов ПЛС, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной

спекания	технологии, анализ факторов, влияющих на качество получения деталей методом ПЛС. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с
	технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
7. Построение диаграммы влияния технологических факторов получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом фрезерования	Цель – знакомство с технологией обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ. Задачи: изучение принципов резания при фрезеровании, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, анализ факторов, влияющих на качество получения деталей методом фрезерования. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
8. Построение диаграммы влияния технологических факторов проведения сборки элементов конструкции летательного аппарата методом клепки	Цель — знакомство с технологией сборки элемента конструкции летательного аппарата методом клепки. Задачи: изучение принципов выполнения соединений, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, анализ факторов, влияющих на качество получения неразъемных соединений методом клепки. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
9. Построение диаграммы влияния технологических факторов испытания элемента конструкции летательного аппарата	Цель – знакомство с технологией выполнения прочностных испытаний. Задачи: изучение принципов организации прочностных испытаний, знакомство с возможностями и особенностями оборудования и реализации данной технологии, анализ факторов, влияющих на качество проведения испытаний на прочность с применением разрывной машины. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение
	индивидуальных консультаций.

	операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания	структуре времени технологического процесса и особенностях его определения. Задачи: изучение структуры производственного времени, принципов его определения и назначения, знакомство с особенностями производства деталей летательных аппаратов методом ПЛС, знакомство с теорией организации производства. Методы исследования: анализ литературы по вопросам организации производства и основ технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
11.	Определение трудоемкости операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом фрезерования	Цель — формирование представления о структуре времени технологического процесса и особенностях его определения. Задачи: изучение структуры производственного времени, принципов его определения и назначения, знакомство с особенностями производства деталей летательных аппаратов методом фрезерования, знакомство с теорией организации производства. Методы исследования: анализ литературы по вопросам организации производства и основ технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение
12.	Определение трудоемкости операции сборки элементов конструкции летательного аппарата методом клепки	индивидуальных консультаций. Цель – формирование представления о структуре времени технологического процесса и особенностях его определения. Задачи: изучение структуры производственного времени, принципов его определения и назначения, знакомство с особенностями сборочного производства элементов конструкций летательных аппаратов, знакомство с теорией организации производства. Методы исследования: анализ литературы по вопросам организации производства и основ технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
13.	Определение трудоемкости операции испытания элемента конструкции летательного аппарата	Цель – формирование представления о структуре времени технологического процесса и особенностях его определения.

		Задачи: изучение структуры производственного времени, принципов его определения и назначения, знакомство с особенностями прочностных испытаний деталей летательных аппаратов знакомство с теорией организации производства. Методы исследования: анализ литературы по вопросам организации производства и основ технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
14.	Определение суммарной трудоемкости изготовления и испытания элемента конструкции летательного аппарата	Цель — формирование представления о структуре времени производственного процесса и особенностях его определения. Задачи: изучение структуры производственного времени, принципов его определения и назначения, знакомство с особенностями производства деталей летательных аппаратов на предприятиях ракетно-космической отрасли, знакомство с теорией организации производства. Методы исследования: анализ литературы по вопросам организации производства и основ технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
15.	Оценка достоинств и недостатков операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом послойного лазерного спекания, выбор альтернативных методов ее изготовления	Цель – знакомство с современной аддитивной технологией послойного лазерного спекания. Задачи: изучение принципов послойного лазерного спекания (ПЛС), знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, анализ достоинств и недостатков технологической операции получения деталей методом ПЛС, поиск альтернативных вариантов получения детали. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
16.	Оценка достоинств и недостатков операции получения детали элемента конструкции летательного аппарата методом фрезерования, выбор альтернативных методов ее изготовления	Цель — знакомство с технологий обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ. Задачи: изучение принципов механической обработки резанием на станке с ЧПУ, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, анализ достоинств и недостатков технологической операции получения деталей

		методом фрезерования на станке с ЧПУ, поиск альтернативных вариантов получения детали. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
17.	Оценка достоинств и недостатков операции сборки элементов конструкции летательного аппарата методом клепки, выбор альтернативных методов ее осуществления	Цель — знакомство с технологией сборки элемента конструкции летательного аппарата методом клепки. Задачи: изучение принципов выполнения соединений, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, , анализ достоинств и недостатков технологической операции получения неразъемных соединений методом клепки, , поиск альтернативных вариантов выполнения соединения. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение
18.	Оценка достоинств и недостатков операции испытания на прочность элемента конструкции летательного аппарата, выбор альтернативных методов ее проведения	индивидуальных консультаций. Цель — знакомство с технологией выполнения прочностных испытаний. Задачи: изучение принципов организации прочностных испытаний, знакомство с возможностями и особенностями оборудования и реализации данной технологии, анализ достоинств и недостатков проведения испытаний на прочность с применением разрывной машины, поиск альтернативных путей контроля качества элементов конструкций летательных аппаратов. Методы исследования: анализ литературы по вопросам управления качеством, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
19.	Расчет технологических режимов при послойном лазерном спекании детали элемента конструкции летательного аппарата	индивидуальных консультации. Цель – знакомство с современной аддитивной технологией послойного лазерного спекания. Задачи: изучение принципов послойного лазерного спекания (ПЛС), знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, расчет технологических характеристик лазерного излучения при спекании. Методы исследования: анализ литературы по

		расчету режимов лазерного спекания, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
20.	Расчет режимов резания при фрезерной обработке детали элемента конструкции летательного аппарата	Цель — знакомство с технологией обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ. Задачи: изучение принципов механической обработки резанием на станке с ЧПУ, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, расчет режимов резания при фрезеровании на станке с ЧПУ. Методы исследования: анализ литературы по расчету режимов резания при фрезеровании, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
21.	Проектный расчет прочности заклепочного соединения детали элемента конструкции летательного аппарата	Цель — знакомство с технологией сборки элемента конструкции летательного аппарата методом клепки. Задачи: изучение принципов выполнения соединений, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, проектный расчет прочности неразъемных соединений, полученных методом клепки. Методы исследования: анализ литературы по вопросам расчета несущей способности неразъемных соединений, полученных методом клепки, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение
22.	Прочностные испытания заклепочного соединения и сравнение данных с проектным расчетом.	индивидуальных консультаций. Цель — знакомство с технологией выполнения прочностных испытаний. Задачи: изучение принципов организации прочностных испытаний, знакомство с возможностями и особенностями оборудования и реализации данной технологии, анализ факторов, приводящих к снижению прочности заклепочных соединений и поиск методов их предотвращения. Методы исследования: анализ литературы по вопросам технологического обеспечения выполнения сборочных операций методом клепки, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей,

		практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
23.	Разработка операционного эскиза для технологической операции фрезерования детали элемента конструкции летательного аппарата	Цель — знакомство с современной аддитивной технологией послойного лазерного спекания. Задачи: изучение принципов послойного лазерного спекания (ПЛС), знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, создание операционного эскиза для операции ПЛС детали летательного аппарата. Методы исследования: анализ литературы по основам технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
24.	Разработка операционного эскиза для технологической операции послойного лазерного спекания детали элемента конструкции летательного аппарата	Цель – знакомство с технологией обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ. Задачи: изучение принципов механической обработки резанием на станке с ЧПУ, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, изучение принципов создания операционных эскизов для операций механической обработки. Методы исследования: анализ литературы по основам технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
25.	Разработка операционного эскиза для технологической операции испытания на прочность элемента конструкции летательного аппарата	Цель – знакомство с технологией сборки элемента конструкции летательного аппарата методом клепки. Задачи: изучение принципов выполнения соединений, знакомство с возможностями и особенностями реализации данной технологии, изучение принципов создания операционных эскизов для операций прочностных испытаний. Методы исследования: анализ литературы по основам технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.
26.	Разработка операционного эскиза для технологической операции сборки элемента конструкции	Цель – знакомство с технологией выполнения прочностных испытаний. Задачи: изучение принципов организации

летательного	аппарата	методом
К	лепки	

прочностных испытаний, знакомство с возможностями и особенностями оборудования и реализации данной технологии, изучение принципов создания операционных эскизов для операций сборки элементов конструкции в условиях мелкосерийного производства. Методы исследования: анализ литературы по основам технологии машиностроения, изучение технических характеристик оборудования и его возможностей, практическое знакомство с технологическим оборудованием, получение индивидуальных консультаций.

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Практическое выполнение слушателями учебно-
инновационно-творческой компетенции	исследовательских работ под руководством
учащихся инженерных классов	преподавателей Университета
Задание по развитию экспериментально-	Практическое занятие по освоению навыков
исследовательской компетенции	принятия и обработки экспериментальных данных,
учащихся инженерных классов	полученных на уникальном лабораторном
	оборудовании МГТУ им. Н.Э.Баумана

3.6. Рекомендуемая литература

		1. Григорьянц А. Г., Новиченко Д. Ю., Смуров И. Ю. Лазерная ад-
		дитивная технология изготовления покрытий и деталей из компо-
		зиционного материала // Известия ВУЗов. Сер. "Машинострое-
		ние" 2011 № 7 С. 38-46.
		2. Теоретические основы испытаний и экспериментальная отра-
		ботка сложных технических систем: учеб. пособие для вузов /
		Александровская Л. Н., Круглов В. И., Кузнецов А. Г. [и др.]. М.:
		Логос, 2003 734 с.
1.	Основная	3. Тарасов В. А., Кашуба Л. А. Теоретические основы технологии
		ракетостроения: учеб. пособие для вузов под ред. Тарасова В. А.
		М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. 350 с.
		4. Барзов А. А., Бочкарев С. В., Галиновский А. Л. Научно-
		практические основы технологии ракетостроения: учеб. пособие
		для /Старый Оскол: ТНТ, 2014 539 с.
		5. Иванова А. П., Чердинцева О. И., Гунько В. В. Неразъемные и
		разъемные соединения: [учеб. пособие] М.: Издательство ЛКИ:
		URSS, 2008 160 c.
		1. Григорьев С. Н., Тарасова Т. В. Возможности технологии адди-
		тивного производства для изготовления сложнопрофильных дета-
		лей и получения функциональных покрытий из металлических
		порошков // Металловедение и термическая обработка металлов
		2015 № 10 C. 5-10.
	Дополнительная	2. Методы и средства испытания материалов и изделий: Труды
_		МЭИ М. Вып. 428 1979 114 с.
2.		3. Бровман Т. В. Получение неразъемных соединений методами
		пластической деформации // Вестник машиностроения. 2007. № 2.
		C. 68-72
		4. Рожков В. Н. Контроль качества при производстве летательных аппаратов : учеб. Пособие. М. : Машиностроение, 2007 415 с.
		5. Современные технологии в авиа- и ракетостроении: учебник
		для вузов / Барвинок В. А., Богданович В. И., Дементьев С. Г. [и
		др.]; ред. Барвинок В. А. М.: Машиностроение, 2014 401 с.
-		1. Построение диаграммы Исикавы. Сайт «Проектное управле-
		ние»: www.forpm.ru. URL: http://forpm.ru/как-построить-
	Электронные ресурсы	диаграмму-исикавы/ (дата обращения 30.05.2016)
		2.Построение диаграмм Парето. Сайт «6 сигм»:
3.		www.sixsigmaonline.ru, URL: http://sixsigmaonline.ru/load/22-1-0-211
		(дата обращения 30.05.2016)
		3. 3Д машины. Официальный сайт компании «Глобалтэк»:
		http://3d.globatek.ru/ URL: http://3d.globatek.ru/ (дата обращения
		тириточ. вобаский отсь. пириточ. вобаский (дата обращения

30.05.2016)
4. Фрезерные станки с ЧПУ Официальный сайт компании
DMGMori: http://ru.dmgmori.com URL:
http://ru.dmgmori.com#фрезерные-станки. (дата обращения
30.05.2016)
5. Разрывные машины. Официальный сайт компании Метротест:
разрывная-машина.рф. URL: разрывная-машина.рф (дата обраще-
ния 30.05.2016)

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующая форма педагогического контроля обучающихся: блиц опрос, рубежный контроль. Итоговый контроль – коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, кодоскопы, кино-, теле- и аудиоаппаратуру, а также лабораторно-эксперименальное оборудование лабораторий кафедры «Технология ракетно-космического машиностроения» (СМ12) МГТУ им. Н.Э. Баумана.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые и почетные звания, а также большой научно-педагогический опыт в соответствующей области:

- Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология ракетнокосмического машиностроения» (СМ12) МГТУ им. Н.Э. Баумана Галиновский А.Л.
- Кандидат технических наук, доцент Мирсков А.Н.,
- Кандидат технических наук, доцент Филимонов А.С.,
- Кандидат технических наук, доцент Абашин М.И.,
- Старший преподаватель Болотин Ю.З.

Автор(ы) программы:

Галиновский А.Л.,д.т.н., проф.

расшифровка подписи автора

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива Мероприятия N_2 8,

Начальник отдела взаимодействия с профильными школами

Центра довузовской подготовки

МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова

расшифровка подписи

« 05» 09, 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА курсового цикла по выбору

ВВЕДЕНИЕ В РАЗМЕРНОСТНЫЕ И СИСТЕМНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ» для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Чуев А.С. с.н.с., к.т.н., доц. Задорожный Н.А., доцент, к.т.н.

Москва, 2016 г.

І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа выполнена в рамках образовательного проекта Департамента образования города Москвы «Инженерный класс в московской школе».

Направленность программы: данная образовательная программа для школьников направлена на формирование у них системного восприятия окружающего мира, на постижение органической взаимосвязи между физическими величинами, что находит выражение в природных физических закономерностях. При освоении образовательной программы учащиеся получают необходимые теоретические знания и приобретают умение и практический навык пользования оригинальной системой физических величин и закономерностей, созданной впервые в нашей стране и конкретно в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Полученные знания способствуют созданию у школьников старших классов мотивации к получению в будущем инженерной профессии исследовательской и проектной направленности.

- **1.2. Категория обучающихся:** учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- **1.3. Цель программы** познакомить учащимся с размерностными и системными представлениями физических величин. Привить умение и навык пользования конкретным вариантом системы физических величин и закономерностей в размерностях СИ.
- 1.4. Задачи программы дать необходимые сведения о международной системе единиц физических величин (СИ), истории ее становления и совершенствования. Познакомить школьников с другими вариантами единиц и размерностей физических величин, с системным представлением физических величин (ФВ) на размерностном и иных принципах. Научить пользоваться плакатным и электронным вариантами системы физических величин и закономерностей (ФВиЗ).

1.5 Трудоемкость обучения:

- срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели;
- из них контролируемая самостоятельная работа над проектом обучающихся под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э.Баумана – 4 аудиторных часа.
- **1.6. Режим занятий** 3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, октябрь-ноябрь.
- **1.7. Форма обучения** очная, без отрыва от занятий.

II. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

- **2.1. Знать**: Основные и производные величины системы СИ, отличия системы СИ от других систем единиц, возможные варианты системного представления ФВ на размерностях СИ.
- **2.2.** *Уметь*: определять размерности ΦB в системе C U, находить принадлежность ΦB к той или иной системной группе, находить системные размерностные взаимосвязи ΦB , выражающие их природные закономерные соотношения.
- **2.3.** Приобрести навыки: пользования плакатными (рисуночными) и электронным вариантами системы физических величин и закономерностей (в размерностях СИ), постановки и проведения эксперимента с проверкой теоретических уравнений связи между ФВ, обработки экспериментальных данных и представления результатов эксперимента.
- **2.4.** Владеть компетенциями: истории развития представлений о физических величинах, о вариантах размерностного и системного представления физических величин.
- 2.5. Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой каждым учащимся индивидуального проекта по поиску «белых пятен» и

новых закономерных соотношений в системе физических величин и закономерностей, выполненной на размерностях СИ. Представление результатов экспериментальной проверки теоретических уравнений связи.

III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Виды занятий	Объем занятий (час.)
1.	Научные лекции по тематике программы	4
2.	Практические занятия в Доме физики МГТУ им. Н.Э. Баумана	4
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы	3
4.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1
ВСЕГО		12

3.2. Тематический учебный план

	Наименование темы	Всего часов				
№ п/п			Лекции	Научный практикум	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Системы единиц и размерности ФВ; система СИ	3	1	1	1	
2.	Варианты системного представления ФВ	3	1	1	1	Блиц опрос
3.	Системное представление ФВ в различных разделах физики	3	1	1	1	
4.	Освоение пользования электронным вариантом системы ФВи3	2	1	1		Рубежный контроль
5.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1			1	Защита проекта
ВСЕГО		12	4	4	4	

3.3. Учебная программа

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проекто учащихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы				
	Название темы (12 часов)					
1.	<i>Лекция 1.</i> Системы единиц и	Системы единиц физических величин: основные и				

	размерности физических величин (ФВ); система СИ (1 час)	производные величины, размерностное представление ΦB ; система СГС и ее разновидности; система СИ; естественные системы единиц, планковская система единиц. LT — система единиц. Естественная кинематическая система единиц.
2.	Практическое занятие 1. Изучение системы СИ (1 час)	Становление и развитие системы СИ, основные и дополнительные величины СИ, кратные и дольные приставки к единицам СИ, производные величины СИ, размерности ФВ в СИ.
3.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Освоение перевода физических величин из одной системы в другую на примере систем СИ, СГС и <i>LT</i> .
4.	Лекция 2. Возможные варианты системного представления ФВ (1 час)	Аналоги ФВ в различных разделах физики. Энергетико- силовой подход, энергодинамическая система ФВ. Операторный принцип систематизации ФВ, вариант системы на этом принципе. Размерностный принцип систематизации ФВ и его преимущества. LT — размерностная система Бартини.
5.	Практическое занятие 2. Размерностные взаимосвязи кинематических и динамических механических величин системы СИ (1 час)	Системное изображение механических величин в координатах LT (длина — время). Принцип сшивки двух групп из кинематических и динамических величин на базе единства инертной и гравитационной масс. Физический смысл гравитационной постоянной.
6.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Исследование выполнения третьего закона Кеплера для планет солнечной системы. Выявление связи кеплеровского соотношения L^3/T^{-2} с гравитационной постоянной.
7.	Лекция 3. Системное размерностное (в размерностях СИ) представление ФВ в различных разделах физики (1 час)	Система механических величин. Система тепловых и излучательных величин. Система электромагнитных величин. Системное представление квантуемых и константных величин.
8.	Практическое занятие 3. Поиск закономерных взаимосвязей ФВ в частных изображениях системы ФВи3 (1 час)	Поиск закономерностей в системе механических величин. Поиск закономерностей в системе тепловых и излучательных величин. Поиск закономерностей в системе электромагнитных величин. Поиск закономерностей в системе квантуемых и константных величин.
9.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Определение системного расположения заданных физических величин; визуализация уравнений связи с участием этих величин; экспериментальная проверка уравнений связи.
10.	Лекция 4. Алгоритм работы электронного варианта системы ФВиЗ, интерфейс компьютерной программы (1 час)	Архитектура многоуровневой системы физических величин и закономерностей (ФВиЗ). Внутриуровневые и межуровневые системные связи ФВ. Дополнительные размерностные коэффициенты системных элементов и их взаимная компенсация в системных связях, иллюстрирующих природные закономерности.
11.	Практическое занятие 4. Освоение электронной компьютерной программы с	Освоение алгоритма системного размещения и поиска ФВ в компьютерной программе. Освоение технологии корректировки базовых и внесения новых данных по ФВ

	системой ФВиЗ в размерностях СИ (1 час)	в компьютерную программу. Корректировка имеющихся и внесение новых данных по физическим закономерностям.
12.	<i>Итоговое мероприятие –</i> коллоквиум	Защита и обсуждение индивидуальных проектов.

3.4. Список тем исследовательских проектов

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
1	Физическая величина <i>масса</i>	Изучить характеристики и раскрыть физические свойства массы, привести единицы измерения и размерности массы в системах единиц (СИ, СГС и LT). Показать системное расположение и связи данной ΦB с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с ΦB масса в лабораторной работе «Баллистический маятник».
2	Физическая величина <i>длина</i>	Изучить характеристики и раскрыть физические свойства длины, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных системах единиц. Показать системное расположение и связи длины с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений с ФВ длина в лабораторной работе «Механические волны в твердом теле».
3	Физическая величина <i>время</i>	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ время, изучить происхождение единицы измерения времени. Пояснить понятие «относительность интервалов времени». Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с ФВ время в лабораторной работе «Механические волны в твердом теле».
4	Физическая величина <i>скорость</i> (линейная)	Изучить характеристики и раскрыть физические свойства ФВ <i>скорость</i> . Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с ФВ <i>скорость</i> в лабораторной работе «Баллистический маятник».
5	Физическая величина ускорение (линейное)	Изучить характеристики и раскрыть физические свойства линейного ускорения. Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с ФВ ускорение в лабораторной работе «Оборотный маятник».
6	Физическая величина угловая скорость	Изучить характеристики и раскрыть физические свойства ФВ угловая скорость, привести единицы измерения и размерности в различных системах единиц. Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Гироскопический эффект».
7	Физическая величина угловое ускорение	Изучить характеристики и раскрыть физические свойства углового ускорения, привести для него единицы измерения и размерности в различных системах единиц. Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Определение моментов инерции тел».
8	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ сила, привести

Приложение 8.2 к Мероприятию 8 «Программа курса Введение в размерностные и системные представления физических величин», стр. 5 из 11

	CИ, $CГС$ и LT . Показать системное расположение и связи данной
	ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести
	эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в
	лабораторной работе «Центральный удар шаров».
Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ момент силы,
момент силы	привести единицы измерения и размерности этой ФВ в системах
	единиц СИ, СГС и <i>LT</i> . Показать системное расположение и связи
	данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей).
	Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в
	лабораторной работе «Определение моментов инерции тел».
	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ энергия,
энергия	привести единицы измерения и размерности этой ФВ в системах
	единиц СИ, СГС и <i>LT</i> . Показать системное расположение и связи
	данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей).
	Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в
A.	лабораторной работе «Центральный удар шаров тел».
	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ мощность,
мощность	привести единицы измерения и размерности этой ФВ в системах
	единиц СИ, СГС и <i>LT</i> . Показать системное расположение и связи
*	данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей).
	Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в
Фиолиозмая паличи	лабораторной работе «Центральный удар шаров тел».
	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ <i>давление</i> , привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных
оньление	системах единицы измерения и размерности этой чтв в различных
	данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей).
	Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в
	лабораторной работе «Критическая точка».
Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ натяжение,
натяжение	привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных
	системах единиц. Показать системное расположение и связи
	данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей).
	Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в
	лабораторной работе «Определение поверхностного натяжения».
Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ импульс,
импульс	привести единицы измерения и размерности этой ФВ в системах
	единиц СИ, СГС и <i>LT</i> . Показать системное расположение и связи
	данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей).
	Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в
Физипаское возгичи	лабораторной работе «Центральный удар шаров тел».
	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ момент
момент импульса	<i>импульса</i> , привести единицы измерения и размерности этой ФВ в
	системах единиц СИ, СГС и <i>LT</i> . Показать системное
	расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке
	уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Определение
Физицеская велиции	моментов инерции тел». Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ момент
момент инерции	инерции, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в
MOMENTAL MILEDUM	таперции, привести единицы измерения и размерности этои ФГ К
r	системах единиц СИ, СГС и <i>LT</i> . Показать системное
	Физическая величина мощность Физическая величина мощность Физическая величина натяжение Физическая величина импульс Физическая величина импульса

		(не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Определение моментов инерции тел».
17	Физическая величина объемная плотность массы	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ объемная плотность массы, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных системах единиц. Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Механические волны в твердом теле».
18	Физическая величина <i>теплоемкость</i>	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ <i>теплоемкость</i> , привести единицы измерения и размерности этой ФВ в системах единиц СИ, СГС и <i>LT</i> . Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «тепловой насос».
19	Физическая величина <i>теплота</i>	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ <i>теплота</i> , привести единицы измерения и размерности этой ФВ в системах единиц СИ, СГС и <i>LT</i> . Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «тепловой насос».
20	Физическая величина электрический заряд	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ электрический заряд, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения. Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Изучение пьезоэлектрического эффекта».
21	Физическая величина сила тока	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ сила электрического тока, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения. Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ, используя «Лабораторный комплекс ЛКЭ-1».
22	Физическая величина илотность электрического тока	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ <i>плотность</i> электрического тока, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения. Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ, используя «Лабораторный комплекс ЛКЭ-1».
23	Физическая величина электрический потенциал	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ электрический потенциал, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения. Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Изучение электростатического поля».

24	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ напряженность
-	напряженность	электрического поля, привести единицы измерения и размерности
	электрического поля	этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения.
		Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими
		величинами
		(не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке
		уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Изучение
		электростатического поля».
25	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ сила
	электрическая	электрическая проводимость, привести единицы измерения и
	проводимость	размерности этой ФВ в различных системах единиц, дать их
		соотношения. Показать системное расположение и связи данной
		ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести
		эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ, используя
		«Лабораторный комплекс ЛКЭ-1».
26	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ сила
	электрическая	электрическая емкость, привести единицы измерения и
	емкость	размерности этой ФВ в различных системах единиц, дать их
		соотношения. Показать системное расположение и связи данной
		ФВ с другими величинами (не менее 5-ти связей). Провести
		эксперимент по проверке уравнений связи с этой ФВ, используя
27	Физическая величина	«Лабораторный комплекс ЛКЭ-1».
21		Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ индуктивность,
	индуктивность	привести единицы измерения и размерности этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения. Показать системное
		расположение и связи данной ФВ с другими величинами (не
		менее 5-ти связей). Провести эксперимент по проверке уравнений
		связи с этой ФВ в лабораторной работе «Электромагнитная
		индукция».
28	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ электрическая
	электрическая	индукция, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в
	индукция	различных системах единиц, дать их соотношения. Показать
		системное расположение и связи данной ФВ с другими
		величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по
		проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе
		«Применение электромагнитной индукции».
29	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ электрический
	электрический	дипольный момент, привести единицы измерения и размерности
	дипольный момент	этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения.
		Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими
		величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по
		проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе
20	*	«Изучение пьезоэлектрического эффекта».
39	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ
	поляризованность	поляризованность, привести единицы измерения и размерности
		этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения.
		Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими
		величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по
		проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе «Изучение пьезоэлектрического эффекта».
31	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ магнипная
51	магнитная индукция	индукция, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в
	тистиний инбукция	тиго учения, привести сдиницы измерения и размерности этой ФВ в

		различных системах единиц, дать их соотношения. Показать
		системное расположение и связи данной ФВ с другими
		величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по
		проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе
		«Электромагнитная индукция».
30	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ магнитный
	магнитный поток	поток, привести единицы измерения и размерности этой ФВ в
		различных системах единиц, дать их соотношения. Показать
		системное расположение и связи данной ФВ с другими
		величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по
		проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе
		«Электромагнитная индукция».
32	Физическая величина	
32		Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ магнитный
	магнитный	дипольный момент, привести единицы измерения и размерности
	дипольный момент	этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения.
		Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими
		величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по
		проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе
		«Магнитное поле соленоида».
33	Физическая величина	Изучить характеристики и раскрыть свойства ФВ
	намагниченность	намагниченность, привести единицы измерения и размерности
		этой ФВ в различных системах единиц, дать их соотношения.
		Показать системное расположение и связи данной ФВ с другими
		величинами (не менее 5-ти связей). Провести эксперимент по
		проверке уравнений связи с этой ФВ в лабораторной работе
		«Магнитное поле соленоида».
Опи	сания лабораторных	http://www.fn.bmstu.ru/index.php/fn4/learning/learning-sem2/45-nuk-
	т по механике и	fn/fn-dep/fn4/learning/sem2/154-phys-labs-sem2
•	одинамике	
_	сания лабораторных	http://www.fn.bmstu.ru/index.php/fn4/learning/learning-sem3/46-nuk-
	т по лектромагнетизму	fn/fn-dep/fn4/learning/sem3/155-phys-labs-sem3
		та показать историческое развитие физических представлений о
		кспериментальной части определить расхождение
		ических зависимостей, оценить погрешности измерений.
	-	

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Поиск возможных новых природных
инновационно-творческой компетенции	закономерностей с помощью размерностной
учащихся инженерных классов	системы физических величин и закономерностей
Задание по развитию экспериментально-	Практическое занятие по формированию
исследовательской компетенции	компьютерного варианта системы ФВиЗ с
учащихся инженерных классов	альтернативным расположением ФВ электрический
	заряд (используя имеющееся лабораторное
	оборудование и компьютерную программу МГТУ им.
	Н.Э. Баумана)

3.6. Рекомендуемая литература

1.	Основная	1. Коган Б.Ю. Размерность физической величины. Библиотечка физико-математической школы. – М.: Наука. 1968 г. 72 с. 2. Стоцкий Л.Р. Физические величины и их единицы: Справ. кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1984. – 239 с	
2.	1. Чертов А.Г. Физические величины (Терминология,		
3.	Электронные ресурсы	1. Чуев А.С., Задорожный Н.А. Введение в размерностное и системное представление физических величин. Часть 1. Электронное учебное пособие. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016 г. 2. Чуев А.С., Задорожный Н.А. Введение в размерностное и системное представление физических величин. Часть 2. Электронное учебное пособие. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016 г. 3. Чуев А.С., Задорожный Н.А. Изучение системных размерностных взаимосвязей электромагнитных величин. Компьютерный лабораторный практикум Э-27. Сайт ФН-4 МГТУ им. Н.Э. Баумана URL: http://www.fn.bmstu.ru/index.php/fn4/learning/learning-sem3/46-nuk-fn/fn-dep/fn4/learning/sem3/155-phys-labs-sem3 . («Э» серия, лабораторная работа Э-27). 4. Инструкция пользователя к компьютерному лабораторному практикуму «Изучение системных размерностных взаимосвязей физических величин». МГТУ им. Н.Э. Баумана. В электронном формате прилагается к компьютерной программе. 2015 г.	

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующая форма педагогического контроля обучающихся: блиц опрос, рубежный контроль. Итоговый контроль – коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, кодоскопы, кино-, теле- и аудиоаппаратуру, необходимое программное обеспечение, а также лабораторно-эксперименальное оборудование кафедры научно-образовательного центра «Дом физики» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые и почетные звания, государственные награды, а также большой научно-педагогический опыт в области техники и технической физики:

Чуев Анатолий Степанович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, лауреат Государственной премии СССР;

Задорожный Николай Антонович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, награжден Почетной грамотой Министерства образования и науки РФ.

٨				
ABTO	ры .	про	грам	мы:

К.т.н., с.н.с., доцент

научная степень, ученое звание, должность

А.С. Чуев.

расшифровка подписи автора

К.т.н., доцент, доцент

научная степень, ученое звание, должность

Н.А. Задорожный.

расшифровка подписи автора

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива, Зеленцова Н.Ф., начальник отдела взаимодействия с профильными школами Центра довузовской подготовки МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова расшифровка подписи

рисинфрозки поотиси

«<u>*05*» **ОЯ**</u> 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА КУРСОВОГО ЦИКЛА ПО ВЫБОРУ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ»

для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Алиев Исмаил Новруз Оглы, д.ф.-м.н., профессор, Семиколенов Андрей Владимирович, к. ф.-м.н., доцент

Москва, 2016 г.

І. ОБШАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа разработана в рамках образовательного проекта «Инженерный класс в московской школе» (далее -Проект).

Целью реализации Проекта является развитие естественнонаучного предпрофильного и профильного обучения инженерной направленности для формирования у обучающихся мотивации к выбору профессиональной деятельности по инженерной специальности, оказание помощи обучающимся в профессиональном самоопределении, становлении, социальной и психологической адаптации.

Ключевые слова: профильное инженерно-техническое обучение, интеллектуально-развивающая среда профильного обучения, прикладные свойства теоретических зависимостей, современные инженерные технологии, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в практико-ориентированное обучение, научно-учебный экспериментальное исследование кафедрах И лабораториях. на компетентностный подход к обучению школьников, взаимодействие с профессорскопреподавательским составом Университета, интеграция лекций, практических занятий и проектноисследовательской деятельности, получение и анализ полученных результатов, коллоквиум, метапредметные связи, формирование компетенций школьников в области..., развитие познавательных интересов, изучение достижений современной науки и техники.

- 1.2. Категория обучающихся: учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- 1.3. Цель программы является формирование у обучающихся компетенций инженерной направленности для повышения у обучающихся мотивации к выбору профессиональной деятельности по инженерной специальности, оказание помощи обучающимся в профессиональном самоопределении, становлении, социальной и психологической адаптации.
- 1.4. Задачи программы. Развитие познавательных интересов обучающихся при изучении достижений современной науки и техники на базе прикладных свойств теоретических зависимостей физических законов.
- 1.5 Трудоемкость обучения:
 - срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели;
 - из них контролируемая самостоятельная работа обучающихся под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э.Баумана – 4 аудиторных часа.
- 1.6. Режим занятий 3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, октябрь-ноябрь.
- 1.7. Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

II. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

- 2.1. Знать: основные физические законы, на которых основаны принципы действия современных устройств и механизмов, применяемых в науке и технике
- 2.2. Уметь: применять основные физические законы для объяснения принципов действия современных устройств и механизмов, применяемых в науке и технике

- 2.3. Приобрести навыки: применять основные физические законы для объяснения принципов действия современных устройств и механизмов, применяемых в науке и технике
- 2.4. Владеть компетенциями: Общее понимание основных физических явлений, на которых основано действие механизмов и устройств, применяемых в науке и технике
- 2.5. Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой индивидуального проекта.

III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

No	Виды занятий	Объем занятий (час.)
п/п		
1.	Научные лекции	4
2.	Практические занятия в лабораториях кафедр и научно-образовательных центрах Университета	4
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы	3
4.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1
ВСЕГО)	12

3.2. Тематический учебный план

№ п/п			В том числе:			
	Наименование темы	Всего часов	Лекции*	Научный практикум**	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Кинематические и динамические характеристики современных механизмов	3	1	1	1	
2.	Термодинамика тепловых двигателей	3	1	1	1	Блиц опрос
3.	Электромагнитные явления и принцип действия электрических машин	3	1	1	1	
4.	Технические применения оптических явлений	2	1	1		Рубежный контроль
5.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1			1	Защита проекта
ВСЕГО	O	12				-

^{* -} изучение теоретических зависимостей и их прикладных свойств по тематике цикла

^{** -} научный практикум может включать семинарские занятия, деловые и ролевые игры с моделированием изучаемых процессов, работу на современном лабораториом оборудовании

3.3. Учебная программа

№ π/π	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
	Наз	вание темы (12 часов)
1.	Лекция 1. Кинематические и динамические характеристики современных механизмов и устройств (1 ч)	Кинематические характеристики поступательного и вращательного движений: скорость, ускорение при поступательном и вращательном движениях. Абсолютно жесткая связь. Динамическое описание движений: силы в механике, консервативные и неконсервативные силы. Моменты сил. Законы Ньютона. Законы сохранения: работа, механическая энергия — потенциальная и кинетическая энергии. Сохранение механической энергии. Мощность. КПД. Давление в газе и жидкости. Диссипативные силы.
2.	Практическое занятие 1. Кинематические и динамически характеристики современных механизмов и устройств (1 ч)	Примеры применения законов механики в механизмах и устройствах.
3.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 ч)	Описание принципа действия технического устройства и выполняющихся законов механики при его функционировании по одной выбранной теме.
4.	Лекция 2. Термодинамика тепловых двигателей (1 ч)	Термодинамическая система. Внутренняя энергия системы. Температура. Работа системы. Теплота. Теплоемкость. Изотермический, изобарический, изохорический, адиабатический процессы. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические циклы: прямые и обратные . КПД. Цикл Карно, теорема Карно. Водяной пар и его свойства.
5.	Практическое занятие 2. Термодинамика тепловых двигателей (1 ч)	Примеры применения законов термодинамики в механизмах и устройствах
6.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 ч)	Описание принципа действия технического устройства и выполняющихся законов термодинамики при его функционировании по одной выбранной теме.
7.	Лекция 3. Электромагнитные явления и принцип действия электрических машин (1 ч)	Электромагнитные явления, применяемые в механизмах и устройствах: закон Кулона, сила Ампера, сила Лоренца. Потенциал, напряжение. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Электроемкость. Электромагнитная индукция. Электромагнитные волны. Перенос энергии волной. Импульс волны. Фотоны.

8.	Практическое занятие 3. Электромагнитные явления и принцип действия электрических машин (1 ч)	Примеры применения законов электродинамики в механизмах и устройствах.
9.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 ч)	Описание принципа действия технического устройства и выполняющихся законов электродинамики при его функционировании по одной выбранной теме.
10.	Пекция 4. Технические применения оптических явлений (1 ч)	Интерференция световых волн. Дифракция света. Дифракционная решетка. Полосы равной толщины и равного наклона. Лазеры. Интерферометры.
11.	Практическое занятие 4. Технические применения оптических явлений (1 ч)	Примеры применения законов оптики в механизмах и устройствах.
12.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	Обсуждение полученных результатов и защита проектов

3.4. Список тем исследовательских проектов

Название темы	Краткая аннотация проекта (<i>цели, задачи, методы исследования</i>)
TC V	
Космическии парус	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Роль сухого трения в механизмах.	Плюсы и минусы сухого трения.
	Применение в механизмах.
Подводный аппарат – батискаф.	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Механические характеристики ветровых	Физические принципы действия.
энергетических установок.	Устройство и применение.
Приливные энергетические установки.	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Двигатель Стирлинга	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Двигатель Отто	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Двигатель Ванкеля	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Двигатель Дизеля	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Паровая машина	Физические принципы действия.
•	Устройство и применение.
Двухтактный двигатель	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Геотермальный источник энергии	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Принцип работы электролвигателя	Физические принципы действия.
	Устройство и применение.
Принцип работы электрогенератора	Физические принципы действия.
Transpire parents strength of the parents	Устройство и применение.
Электромагнитные гасители колебаний	Физические принципы действия.
Shekipomai infilible raentesin koncoanun	Устройство и применение.
	Космический парус Роль сухого трения в механизмах. Подводный аппарат – батискаф. Механические характеристики ветровых энергетических установок.

16	Лазер на быстрых электронах	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
17	Токомак	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
18	Коллайдер	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
19	Электронно-лучевая трубка	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
20	Лазерная регистрации звуковых	Физические принципы действия.
	колебаний	Устройство и применение.
21	Изготовление линз, параболических	Физические принципы действия.
	зеркал больших размеров	Устройство и применение.
22	Интерферометр Маха	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
23	Принцип работы зеркального	Физические принципы действия.
	фотоаппарата	Устройство и применение.
24	Устройство телескопа	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
25	Устройство микроскопа	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
26	Оптические дальномеры	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
27	Оптические методы регистрации сигналов	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
28	Устройства для оптической регистрации	Физические принципы действия.
	элементарных частиц	Устройство и применение.
29	Оптические методы измерения скорости	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.
30	Спектрометры	Физические принципы действия.
		Устройство и применение.

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Практическое выполнение слушателями учебно-
инновационно-творческой компетенции	исследовательских работ под руководством
учащихся инженерных классов	преподавателей Университета
Задание по развитию экспериментально-	Практическое занятие по освоению навыков
исследовательской компетенции	принятия и обработки экспериментальных данных,
учащихся инженерных классов	полученных на уникальном лабораторном
	оборудовании МГТУ им. Н.Э.Баумана

3.6. Рекомендуемая литература

1.	Основная	1. Г.С. Ландсберг. Элементарный учебник физики. Уч. пособие. /В 3 томах. Том 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010 612с. 2. Г.С. Ландсберг. Элементарный учебник физики. Уч. пособие. В 3 томах. /Том 2. Электричество магнетизм. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016 488с. 3. Г.С. Ландсберг. Элементарный учебник физики. Уч. пособие. В 3 томах. /Том 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015 664с. 4. Я. И. Перельман. Занимательная физика./М.: АСТ, 2014 320 с. 5. Воронов В.К., Подоплелов А.В., Сагдеев Р.З. Физика на переломе тысячелетий. Выдающиеся достижения физики за последние 50 лет. / Кн. 1,2,3. М.:URSS. 2014. 1280 с
2.	Дополнительная	 Я. И. Перельман. Большая книга занимательных наук./М.: АСТ, 2015 544 с. Б.В. Зубков Энциклопедический словарь юного техника. В.В. Ликсо. Большая энциклопедия юного техника./М.: АСТ, 2016. – 224 с. Энциклопедия для детей. Техника./Ред. Аксенова М.Д. М.: Мир энциклопедий Аванта +, Астрель. 2009. 512 с. В.А. Гришечкин. Техника. Иллюстрированная энциклопедия. М. Росмэн, 2015. – 208 с.
3.	Электронные ресурсы	1. http://www.edu.ru/abitur/act.7/fgos.223200/st.1/index.php 2. http://hi-news.ru/tag/fizika 3. http://physics.nad.ru 4. http://n-t.ru/ 5. http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/ISSUES-2007/7(60)-2007/60-5/

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующая форма педагогического контроля обучающихся: блиц опрос, рубежный контроль. Итоговый контроль – коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, кодоскопы, кино-, теле- и аудиоаппаратуру, а также новейшее лабораторно-эксперименальное оборудование лаборатории Научно-исследовательской работы студентов НОЦ Дома Физики.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В разработке и выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые звания, а также большой научно-педагогический опыт в области преподавания различных разделов физики: Алиев Исмаил Новруз Оглы - доктор физикоматематических наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор Академии военных наук, академик Российской академии естественных наук, стаж преподавательской работы в МГТУ-43 года. Научные интересы - гидродинамика и электродинамика сплошной среды, техническая физика; Семиколенов Андрей Владимирович, к. ф.-м.н., доцент кафедры «Физика».

Автор(ы) программы:

Алиев И.Н.О., д. ф.-м. н., проф.

расшифровка подписи автора

Семиколенов А.В., к.ф.-м.н., доц.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива Мероприятия $N \ge 8$,

Начальник отдела взаимодействия с профильными школами

Центра довузовской подготовки

МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова

«ОУ» ОУ 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА КУРСОВОГО ЦИКЛА ПО ВЫБОРУ

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ» для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Грибов Александр Федорович, к.ф.-м.н., доцент

Автор:

Москва, 2016 г.

І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа разработана в рамках образовательного проекта «Инженерный класс в московской школе».

Целью реализации Проекта является развитие естественнонаучного предпрофильного и профильного обучения инженерной направленности для формирования у обучающихся мотивации к выбору профессиональной деятельности по инженерной специальности, оказание помощи обучающимся в профессиональном самоопределении, становлении, социальной и психологической адаптации.

Ключевые слова: профильное инженерно-техническое обучение, интеллектуально-развивающая среда профильного обучения, прикладные свойства теоретических зависимостей, современные инженерные технологии, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в практико-ориентированное обучение, научно-учебный школе», экспериментальное исследование на кафедрах И В лабораториях, деятельностнокомпетентностный подход к обучению школьников, взаимодействие с профессорскопреподавательским составом Университета, интеграция лекций, практических занятий и проектноисследовательской деятельности, получение и анализ полученных результатов, коллоквиум, метапредметные связи, формирование компетенций школьников в области прикладной математики, развитие познавательных интересов, изучение достижений современной науки и техники.

- 1.2. Категория обучающихся: учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- 1.3. Целью программы является формирование у обучающихся компетенций инженерной направленности для развития у обучающихся мотивации к выбору профессиональной деятельности по инженерной специальности; оказание помощи обучающимся в профессиональном самоопределении, становлении, социальной и психологической адаптации; формирование у обучающихся представлений о математике как о методе познания действительности, позволяющем описывать и изучать реальные процессы и явления.
- 1.4. Задачи программы. Развитие познавательных интересов обучающихся при изучении достижений современной науки и техники на базе прикладной математики.
- 1.5 Трудоемкость обучения:
 - срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели:
 - из них контролируемая самостоятельная работа обучающихся под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э.Баумана – 4 аудиторных часа.
- 1.6. Режим занятий -3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, октябрь-ноябрь.
- 1.7. Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

II. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

2.1. Знать: основы дифференциального и интегрального исчисления, применяемые в различных разделах механики и физики

- 2.2. Уметь: применять полученные знания для решения геометрических, физических и технических задач
- 2.3. Приобрести навыки: применения основных понятий математики для решения прикладных задач в инженерной практике, применения основ дифференциального и интегрального исчисления к решению задач геометрии и физики
- 2.4. Владеть компетенциями: умение понять поставленную геометрическую или физическую задачу и представить ее в математическом виде
- 2.5. Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой индивидуального проекта.

III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

$N_{\overline{0}}$	Виды занятий	Объем занятий (час.)
п/п		
1.	Научные лекции	4
2.	Практические занятия в лабораториях кафедр и научно-образовательных центрах Университета	4
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы	3
4.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1
ВСЕГО)	12

3.2. Тематический учебный план

№ п/п			В том числе:			
	Наименование темы	Всего часов	Лекции*	Научный практикум**	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Понятие предела последовательности, функции и непрерывность	3	1	1	1	Блиц опрос
2.	Производная и ее вычисление	3	1	1	1	Блиц опрос
3.	Неопределенный интеграл	2	1	1	1	Блиц опрос
4.	Определенный интеграл	3	1	1		Блиц опрос
5.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1			1	Защита проекта
ВСЕГ	O	12	4	4	4	

^{* -} изучение теоретических зависимостей и их прикладных свойств по тематике цикла

^{** -} научный практикум может включать семинарские занятия, деловые и ролевые игры с моделированием изучаемых процессов, работу на современном лабораторном оборудовании

3.3. Учебная программа

$N_{\underline{0}}$	Темы лекций,	Содержание лекций,	
п/п	практических занятий, исследовательских проектов учащихся	практических занятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы	
	Har	ввание темы (12 часов)	
1.	Лекция 1. Понятие предела, непрерывность (1 ч)	Определение предела последовательности. Предел функции. Односторонние пределы. Бесконечный предел. Замечательные пределы. Свойства пределов. Непрерывность (и разрывы) функции. Свойства непрерывных функций.	
2.	Практическое занятие 1. Предел и непрерывность(1 ч)	Примеры нахождения пределов и исследований на непрерывность.	
3.	Консультации школьников - уча исследовательских работ (1 ч)	астников курса по выполнению проектно-	
4.	Лекция 2. Производная и ее вычисление (1 ч)	Задачи о вычислении скорости точки и о проведени касательной. Примеры вычисления производных. Производная обратной функции. Таблица производных. Формула для приращения функции. Понятие дифференциала. Приближенные вычисления.	
5.	<i>Практическое занятие 2.</i> Производная и ее вычисление (1 ч)	Примеры решения задач	
6.	Консультации школьников - уче исследовательских работ (1 ч)	астников курса по выполнению проектно-	
7.	<i>Лекция 3. (1 ч)</i> Неопределенный интеграл (Первообразная).	й Понятие первообразной. Интеграл и задача об определении площади. Таблица основных интегралов. Простейшие правила интегрирования.	
8.	Практическое занятие 3. Неопределенный интеграл (Первообразная). (1 ч)	Примеры вычисления интегралов.	
9.		истников курса по выполнению проектно-	
10.	Лекция 4. Определенный интеграл (1 ч)	Определение и условия существования определенного интеграла. Его свойства. Формула Ньютона-Лейбница. Приложения к геометрии механики и физике.	
11.	Практическое занятие 4. Определенный интеграл (1 ч)	Примеры вычислений определенного интеграла с решением геометрических и физических задач.	
12.	Итоговое мероприятие – коллоквиум (14)	Обсуждение полученных результатов и защите проектов	

3.4. Список тем исследовательских проектов

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
1	Сила давления на пластину	Задача по определению силы давления жидкости на пластину в форме параболического сегмента.
2	Сила давления на пластину	Задача по определению силы давления жидкости на пластину в форме равнобочной трапеции.
3	Нахождение силы давления на пластину	Задача по определению силы давления жидкости на заслонку.
4	Нахождение силы давления на пластину.	Задача по определению силы давления жидкости на пластину в форме эллипса.
5	Нахождение работы при выкачивании жидкости.	Задача по вычислению работы при выкачивании жидкости из котла в форме эллипсоида.
6	Нахождение работы при выкачивании жидкости.	Задача по вычислению работы при выкачивании жидкости из котла в форме усеченного конуса.
7	Нахождение работы при выкачивании жидкости.	Задача по вычислению работы при выкачивании жидкости из котла в форме параболоида вращения.
8	Нахождение работы при выкачивании жидкости.	Задача по вычислению работы при выкачивании жидкости из котла в форме конуса.
9	Нахождение времени вытекания жидкости.	Задача по определению времени вытекания жидкости из эллиптического котла.
10	Нахождение времени вытекания жидкости.	Задача по определению времени вытекания жидкости из котла в форме полусферы.
11	Нахождение кинетической энергии	Задача по определению кинетической энергии вращающейся пластины треугольной формы.
12	Нахождение кинетической энергии	Определение кинетической энергии вращающегося однородного стержня.
13	Нахождение кинетической энергии	Определение кинетической энергии вращающейся пластины в форму параболического сегмента.
14	Нахождение площади отверстия в сосуде	Определение площади отверстия в сосуде, необходимое для вытекания жидкости из него за определенное время.
15	Нахождение силы взаимодействия	Определение силы взаимодействия между материальной точкой и телом.
16	Нахождение заряда электричества	Определение заряда электричества, проходящего через цепь в течении определенного времени
17	Нахождение момента силы	Определение момента силы давления ветра.
18	Задача о нахождении работы	Определение работы, совершаемой при извлечении куба из жидкости.

19	Задача о нахождении работы	Определение работы, совершаемой при
		извлечении цилиндра из жидкости.
20	Задача о нахождении работы	Определение работы, совершаемой при
		извлечении цилиндра из жидкости.
21	Задача о нахождении работы	Определение работы силы отталкивания
		зарядов.
22	Задача о нахождении работы	Определение работы, совершаемой при
	•	сжатии газа.
23	Задача о нахождении работы	Определение работы на преодоление
	•	силы тяжести.
24	Задача о нахождении работы	Определение работы сопротивления на
		пути.
25	Задача о удлинении стержня	Определение удлинения подвешенного
		стержня.
26	Применение определенного интеграла в	Определение работы переменой силы;
	задачах по механике	объема тела вращения и т.д.

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Практическое выполнение слушателями учебно-
инновационно-творческой компетенции	исследовательских работ под руководством
учащихся инженерных классов	преподавателей Университета
Задание по развитию экспериментально-	
исследовательской компетенции	
учащихся инженерных классов	

3.6. Рекомендуемая литература

1.	Основная	Г.М. Фихтенгольц. Основы математического анализа. Спб: Лань, 2005. 440 с.
2.	Дополнительная	Я.Б. Зельдович. Высшая математика для начинающих и ее приложения к физике. М: Книга по Требованию, 2012. 560 с.

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

Итоговый контроль – коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, кодоскопы, кино-, теле- и аудиоаппаратуру.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые и почетные звания, государственные награды, а также большой научно-педагогический опыт: Грибов Александр Федорович, кандидат физико-математических наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана, стаж преподавательской работы в МГТУ - 40 лет. Научные интересы — качественная теория дифференциальных уравнений.

Автор(ы) программы:

грибов А.Ф., к.ф.-м. н., доц. расшифровка подписи автора

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива Мероприятия № 8, Начальник отдела взаимодействия с профильными школами Центра довузовской подготовки МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова расшифровка подписи

«15» ОД 2016 г.



Приложение 8.5 к Мероприятию 8 «Программа курса Системы автоматического управления» Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА КУРСОВОГО ЦИКЛА ПО ВЫБОРУ

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ»

для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Фомичев Алексей Викторович, к.т.н., доцент

Москва, 2016 г.

І. ОБШАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа выполнена в рамках образовательного проекта Департамента образования города Москвы «Инженерный класс в московской школе».

Программа направлена на ознакомление обучаемых с базовыми сведениями теории автоматического управления – науки о принципах построения, методах анализа и синтеза систем автоматического управления динамическими объектами и процессами.

Техника управления представляет собой увлекательную и творческую область деятельности. По своей сути она является междисциплинарным предметом и играет роль стержневого курса в учебных планах технических университетов. Существуют различные подходы к овладению искусством техники управления и её практическому применению. В программе делается упор на комплексный подход, который состоит в том, чтобы методика изучения данной дисциплины, имея базовые математические основы, в то же время делала акцент на моделирование реальных физических систем и их практическое проектирование с учётом накладываемых ограничений.

В программе делается акцент на синтез систем автоматического управления путём решения реальных практических задач, связанных с проектированием регуляторов для различных динамических объектов и процессов.

Программа предполагает активные виды индивидуальной работы с использованием современного вычислительного и технологичного оборудования. Особое внимание уделяется компьютерным методам анализа и синтеза систем автоматического управления с помощью эффективных систем имитационного моделирования, анализа и синтеза систем управления MATLAB-SIMULINK. Поскольку данные моделирующие системы являются интерактивным средством, использующим графический интерфейс, то лучший способ его изучения — это непосредственное решение на его основе различных практических задач.

Для более широкого и глубокого изучения теории автоматического управления как научной дисциплины предлагается список рекомендуемой литературы, позволяющей получить необходимую дополнительную информацию.

Актуальность программы заключается в формировании у обучающихся представлений о проектировании, исследовании, моделировании и реализации систем автоматического управления динамических объектов и процессов. Особенность программы заключается в получении новых знаний посредством последовательного прохождения ряда этапов, связанных с проектированием и имитационным моделированием простой системы автоматического управления, что способствует закреплению полученных навыков.

Ожидаемые результаты реализации программы — повышение мотивации к получению инженерного образования, укрепление межпредметных связей (математика — физика — информатика — технология), формирование творческого мышления и представлений о связи теории и практики.

Ключевые слова: объект управления, динамическая система, динамический процесс, теория управления, система автоматического управления, анализ, синтез, обратная связь, моделирование, проектирование, программирование, автономное малое мобильное устройство, профильное инженерно-техническое обучение, интеллектуально-развивающая среда профильного обучения, прикладные свойства теоретических зависимостей, современные инженерные технологии, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в московской школе», практико-ориентированное обучение, научно-учебный центр, экспериментальное исследование на кафедрах и в лабораториях, деятельностно-компетентностный подход к обучению школьников, взаимодействие с профессорско-преподавательским составом Университета, интеграция лекций, практических занятий и проектно-исследовательской деятельности, получение и анализ полученных результатов, коллоквиум, метапредметные связи, формирование компетенций школьников в области профильного инженерно-технического обучения, развитие познавательных интересов, изучение достижений современ-

ной науки и техники.

- **1.2. Категория обучающихся**: учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- **1.3. Цель программы**: формирование у обучающихся целостных представлений о теории и практике систем автоматического управления с обратной связью путем выполнения индивидуальных проектов при консультативно-информационной поддержке преподавателей Университета.

1.4. Задачи программы:

- познакомить аудиторию с:
 - ✓ основными этапами развития теории автоматического управления;
 - ✓ основными принципами и методами современной теории управления техническими объектами:
 - ✓ фундаментальными принципами построения автоматических систем управления;
 - ✓ методами их математического описания, структурного анализа, разработки и исследования алгоритмов управления техническими объектами и технологическими процессами на основе компьютерных технологий;
 - ✓ основами инженерного программирования и проектирования систем и технических средств управления;
- получение опыта в проведении экспериментов.

1.5 Трудоемкость обучения:

- срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели;
- из них контролируемая самостоятельная работа обучающихся над проектом под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э.Баумана – 4 аудиторных часа.
- **1.6. Режим занятий** 3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, сентябрь—октябрь.
- 1.7. Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

ІІ. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

- **2.1. Знать** основные принципы теории управления, методы проектирования, расчёта и практической реализации систем автоматического управления.
- **2.2.** Уметь планировать и проводить этапы исследования, анализировать информацию, полученную в ходе проведения имитационного моделирования и испытания систем управления динамических объектов, процессов и устройств, а также вносить изменения в работу систем управления, направленные на изменение алгоритма работы их программно-аппаратного комплекса.
- **2.3.** *Приобрести навыки* работы с системами имитационного моделирования, анализа и синтеза систем управления MATLAB-SIMULINK, а также программирования в данных средах и решения задач по разделам курса.
- **2.4.** Владеть компетенциями учебно-познавательными, информационными, коммуникативными, компетенции личностного самосовершенствования.
- **2.5.** Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой индивидуального проекта, результаты текущего рубежного контроля, опрос и лабораторные работы.

ІІІ. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Виды занятий	Объем занятий (час.)
1.	Научные лекции	4
2.	Практические занятия в лабораториях кафедры «Системы автоматического управления» и научно-образовательных центрах Университета.	4
3. Выполнение проектно-исследовательской работы		3
4. Итоговое мероприятие – коллоквиум		1
ВСЕГО		12

3.2. Тематический учебный план

	Наименование темы		В том числе:			
№ п/п		Всего часов	Лекции*	Научный практикум**	Выполнение просктно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Изучение проблем формирования: — функционально-информационного облика проектируемых систем автоматического управления, на основе реализации возможных наиболее эффективных принципов их организации; — математических моделей систем управления и их преобразования.	3	1	1	1	Опрос
2.	Изучение проблем: — анализа динамической устойчивости систем автоматического управления; — анализа статической точности и динамического качества систем управления.	3	1	1	I	Опрос
3.	Изучение проблем, связанных с решением основной целевой задачи этапа динамического проектирования и расчета систем автоматического управления задачи структурно-параметрического синтеза алгоритмов регулирования и управления техническими объектами, системами и процессами.	3	1	1	l	Опрос
4.	Основы проведения моделирования и методика оформления результатов, полученных в ходе исследования. Выполнение индивидуальных проектов и проведение исследований.	2	1	1	0	Рубежный контроль
5.	Итоговое мероприятие – коллоквиум	1			1	Защита проекта
BCE	ЕГО	12	4	4	4	

^{* -} изучение теоретических зависимостей и их прикладных свойств по тематике цикла

^{** -} научный практикум может включать семинарские занятия, деловые и ролевые игры с моделированием изучаемых процессов, работу на современном лабораторном оборудовании

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, Исследовательских проектов учащихся	Содержание лекций, практических проектов практических запятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
I	Инженерный практикум по ро	бототехнике на базе платформы Arduino (12 часов)
1.	Лекция 1. Функционально- информационный облик проектируемых систем автоматического управления. Математические модели систем управления и их преобразования. (1 час)	Вводная лекция. 1. Общие принципы концептуальной организации систем автоматического управления. 1.1. Основные понятия и определения. 1.2. Общие принципы построения автоматических регуляторов и систем управления. 2. Математические модели систем автоматического управления 2.1. Динамические модели систем автоматического управления. 2.2. Общая методология формирования математических моделей систем управления. 2.3. Классификация систем управления в зависимости от особенностей их математического описания. 2.4. Классификация математических моделей внешних воздействий и процессов. 2.5. Математические модели типовых тестовых воздействий.
2.	Практическое занятие 1. Построение структурных схем и математических моделей систем автоматического управления. Изучение базовых элементов языка программирования MATLAB-SIMULINK. (1 час)	Обсуждаются примеры составления структурных схем и математических моделей систем автоматического управления. Знакомство со средой моделирования МАТLAB-SIMULINK. Разбор основных структур языка программирования в MATLAB-SIMULINK. Написание и отладка тестовых программ.
3.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Составления структурных схем, математических моделей конкретных примеров систем автоматического управления. Реализация данных схем в средо моделирования МАТLAB-SIMULINK. Выполнение индивидуальных лабораторных работ.
4.	Лекция 2. Анализ динамической устойчивости, статической точности и динамического качества систем автоматического управления. (1 час)	1. Динамическая устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления. Методы анализа устойчивости линейных непрерывных систем управления (прямые, косвенные, корневые алгебраические, в частотной области). 2. Анализ качества линейных непрерывных систем авто матического управления. Прямые и косвенные показатели статической точности Показатели динамического качества систем управления. Методы анализа качества систем автоматического управления. Анализ качества систем управления мето дами математического моделирования.

Анализ статической точности систем автоматического

		управления при гармонических внешних воздействиях. Анализ динамического качества линейных систем автоматического управления.
5.	Практическое занятие 2. Исследование устойчивости, точности и качества систем автоматического управления. (1 час)	Знакомство на практике с различными методами и критериями анализа устойчивости, точности и качества линейных непрерывных систем управления с использованием среды моделирования MATLAB-SIMULINK. Выбор и обсуждение тем индивидуальных проектов, а также конкретных методов и алгоритмов для решения задач индивидуального проекта.
6.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Исследование устойчивости, точности и качества конкретной линейной непрерывной системы управления с использованием среды моделирования MATLAB-SIMULINK с применением рассмотренных методов и критериев анализа данных характеристик.
7.	Лекция 3. Структурно-параметрический синтез алгоритмов регулирования и управления техническими объектами, системами и процессами. (1 час)	Изучение особенностей структурного и параметрического синтеза алгоритмов регулирования и управления линейных автоматических систем. Знакометво с типовыми законами регулирования: «П», «ПД», «И», «ПИ» и «ПИД».
8.	Практическое занятие 3. Реализация алгоритмов управления техническими объектами, системами и процессами. (1 час)	Реализация различных законов регулирования («П», «ПД», «И», «ПИ» и «ПИД») и алгоритмов управления в зависимости от выбранного индивидуального проекта.
9.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Отладка реализованных законов регулирования и алгоритмов управления в процессе проведения конкретного предложенного исследования.
10.	Лекция 4. Основы проведения опытов (моделирования) и методика оформления результатов, полученных в ходе исследования. (1 час)	Изучение графического представления информации (блок-схемы, схемы, графики и т.п.). Табличное и графическое представление информации по проведённому исследованию. Анализ результатов исследования.
11.	Практическое занятие 4. Подготовка отчета о проделанной работе. (1 час)	Оформление результатов исследования
12.	Итоговое мероприятие – коллоквиум (1 час)	Подведение итогов работы по практико- ориентированному циклу «Системы автоматического управления». Обсуждение результатов, полученных в процессе выполнения проектно-исследовательских работ. Защита проектов.

3.4. Список тем исследовательских проектов

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
1	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений. (Апериодическое звено. Последовательное соединение двух апериодических звеньев).	Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на характеристики переходных процессов. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов,
2	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений. (Апериодическое звено. Параллельное соединение двух апериодических звеньев).	получение индивидуальных консультаций. Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на характеристики переходных процессов. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
3	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений. (Колебательное звено. Последовательное соединение двух колебательных звеньев).	Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на характеристики переходных процессов. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
4	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений.	Получение индивидуальных консультации. Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы MATLAB-SIMULINK.

	(Апериодическое звено. Интегрирующее звено. Последовательное соединение апериодического и интегрирующего звеньев).	Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на характеристики переходных процессов. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLАВ-
7	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений.	Цель : изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы MATLAB-SIMULINK.
6	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений. (Апериодическое звено. Колебательное звено. Параллельное соединение апериодического и колебательного звеньев).	Получение индивидуальных консультаций. Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на характеристики переходных процессов. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
5	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений. (Апериодическое звено. Колебательное звено. Последовательное соединение апериодического и колебательного звеньев).	анализ влияния параметров типовых звеньев на характеристики переходных процессов. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLАВ-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций. Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на характеристики переходных процессов. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов,
	(Колебательное звено. Параллельное соединение двух колебательных звеньев).	Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде MATLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера,

		SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
8	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений. (Апериодическое звено. Интегрирующее звено. Параллельное соединение апериодического и интегрирующего звеньев).	Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на характеристики переходных процессов. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
9	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений. (Колебательное звено. Интегрирующее звено. Последовательное соединение колебательного и интегрирующего звеньев).	Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы MATLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, разработка и реализация в среде MATLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного
10	Изучение переходных процессов типовых звеньев САУ и их соединений. (Колебательное звено. Интегрирующее звено. Параллельное соединение колебательного и интегрирующего звеньев).	Цель: изучение переходных процессов типовых звеньев
11	Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Апериодическое звено. Последовательное	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы MATLAB-SIMULINK.

соединение лвvx	(АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений,
апериодических звеньев).	разработка и реализация в среде MATLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ, ЛЧХ). Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в MATLAB-
	SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Апериодическое звено. Параллельное соединение двух апериодических звеньев).	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ, ЛЧХ). Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Колебательное звено. Последовательное соединение двух колебательных звеньев).	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ, ЛЧХ). Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Колебательное звено. Параллельное соединение двух колебательных звеньев).	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы MATLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, разработка и реализация в среде MATLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых
	Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Апериодическое звено. Параллельное соединение двух апериодических звеньев). Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Колебательное звено. Последовательное соединение двух колебательных звеньев).

15	Аналия	звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ, ЛЧХ). Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в MATLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
15	Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Апериодическое звено. Колебательное звено. Последовательное соединение апериодического и колебательного звеньев).	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ, ЛЧХ). Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
16	Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Апериодическое звено. Колебательное звено. Параллельное соединение апериодического и колебательного звеньев).	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ, ЛЧХ). Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
17	Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Апериодическое звено. Интегрирующее звено. Последовательное соединение апериодического и интегрирующего звеньев).	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы МАТLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, разработка и реализация в среде МАТLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ,

		ЛЧХ).
		Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в MATLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
118	Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Апериодическое звено. Интегрирующее звено. Параллельное соединение апериодического и интегрирующего звеньев).	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы MATLAB-SIMULINK. Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, разработка и реализация в среде MATLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования, отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ, ЛЧХ). Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов,
19	Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений	получение индивидуальных консультаций. Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы MATLAB-SIMULINK.
	(Колебательное звено. Интегрирующее звено. Последовательное соединение колебательного и	Задачи: изучение математической модели типового звена САУ и их соединений, изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений разработка и реализация в среде MATLAB-SIMULINK
		Методы исследования: изучение поставленных задач программная реализация схемы моделирования в MATLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов получение индивидуальных консультаций.
20	Анализ частотных характеристик типовых звеньев САУ и их соединений (Колебательное звено.	Цель: изучение частотных характеристик (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений, а также изучение на первых этапах лабораторных исследований простейших функций системы MATLAB-SIMULINK.
	Интегрирующее звено. Параллельное соединение колебательного и интегрирующего звеньев).	САУ и их соединений, изучение частотных характеристив (АФЧХ, ЛЧХ) типовых звеньев САУ и их соединений разработка и реализация в среде MATLAB-SIMULINK схемы моделирования типового звена и соединения типовых звеньев, реализация выбранного алгоритма интегрирования
		отладка модельного примера, анализ влияния параметров типовых звеньев на частотные характеристики (АФЧХ ЛЧХ).

		SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
21	Моделирование линейных стационарных уравнений в пространстве состояний. (Способ разложения передаточной функции на элементарные слагаемые)	Цель: изучить способы перехода от уравнений типа «входвыход» к уравнениям в пространстве состояний, составление векторных структурных схем. Задачи: изучение способа формирования уравнений пространства состояний по известной передаточной функции динамического звена (использовать разложение передаточной функции на элементарные слагаемые), реализация выбранного метода и его отладка в среде МАТLAB-SIMULINK. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
22	Моделирование линейных стационарных уравнений в пространстве состояний. (Метод прямого программирования)	Цель: изучить способы перехода от уравнений типа «входвыход» к уравнениям в пространстве состояний, составление векторных структурных схем. Задачи: изучение способа формирования уравнений пространства состояний с использованием метода прямого программирования, реализация выбранного метода и его отладка в среде MATLAB-SIMULINK. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в MATLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
23	Оценка устойчивости САУ и определение запасов устойчивости. Исследование системы с заданным характеристическим уравнением.	Цель: изучение динамических свойств замкнутых САУ, а также влияние параметров систем на устойчивость. Задачи: изучение известных критериев оценки
24	Оценка устойчивости САУ и определение запасов устойчивости. Исследование заданной астатической системы 2-го порядка.	Цель: изучение динамических свойств замкнутых САУ, а также влияние параметров систем на устойчивость. Задачи: изучение известных критериев оценки устойчивости, реализация выбранного метода и его отладка в среде MATLAB-SIMULINK. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в MATLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.
25	Оценка устойчивости САУ и определение запасов устойчивости. Исследование влияния параметров системы на состояние системы (устойчивое, неустойчивое, на границе устойчивости).	Цель: изучение динамических свойств замкнутых САУ, а также влияние параметров систем на устойчивость. Задачи: изучение известных критериев оценки устойчивости, реализация выбранного метода и его отладка в среде MATLAB-SIMULINK. Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в MATLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.

26	Исследование динамических процессов в	Цель: изучение динамических свойств замкнутых САУ при различных законах управления, реализуемых в регуляторе, а
	системе при различных законах управления («П»,	также влияние параметров законов управления на устойчивость, точность и качество системы.
	«ПД», «ПИ»).	Задачи: изучение известных типовых законов управления на
		устойчивость, точность и качество системы, реализация
		выбранного закона управления и его отладка в среде MATLAB-SIMULINK.
		Методы исследования: изучение поставленных задач,
		программная реализация схемы моделирования в MATLAB- SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов,
27	Исследование	получение индивидуальных консультаций. Цель: изучение динамических свойств замкнутых САУ при
-	динамических процессов в	различных законах управления, реализуемых в регуляторе, а
	системе при различных	также влияние параметров законов управления на
	законах управления («П»,	устойчивость, точность и качество системы.
	«И», «ПИ»).	Задачи: изучение известных типовых законов управления на устойчивость, точность и качество системы, реализация
		выбранного закона управления и его отладка в среде
		MATLAB-SIMULINK.
		Методы исследования: изучение поставленных задач,
		программная реализация схемы моделирования в MATLAB- SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов,
		получение индивидуальных консультаций.
28	Исследование	Цель: изучение динамических свойств замкнутых САУ при
	динамических процессов в	различных законах управления, реализуемых в регуляторе, а
	системе при различных законах управления («П»,	также влияние параметров законов управления на устойчивость, точность и качество системы.
	«ПИ», «ПИД»).	Задачи: изучение известных типовых законов управления на
		устойчивость, точность и качество системы, реализация
		выбранного закона управления и его отладка в среде
		MATLAB-SIMULINK. Методы исследования: изучение поставленных задач,
		программная реализация схемы моделирования в МАТLАВ-
		SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов,
	***	получение индивидуальных консультаций.
29	Исследование влияния возмущений в системах	Цель: изучение динамических свойств замкнутых САУ при действии различных возмущений на устойчивость, точность
	автоматического	и качество системы, а также возможных способов
	управления с обратной	парирования этих возмущений.
	связью.	Задачи: моделирование различных возмущений, а также их
		действия на устойчивость, точность и качество системы, реализация соответствующих законов управления для их
		парирования и их отладка в среде MATLAB-SIMULINK.
		Методы исследования: изучение поставленных задач,
		программная реализация схемы моделирования в МАТLAB-
		SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов,
30	Синтез законов	получение индивидуальных консультаций. Цель: разработать и реализовать в среде MATLAB-
	управления подвижным	SIMULINK программный модуль для решения задачи
	динамическим объектом	синтеза законов управления движением динамического
		объекта (например, самоходный аппарат для исследования
		планет).

Задачи: изучение методов синтеза законов управления движением динамического объекта, реализация соответствующих законов управления и их отладка в среде MATLAB-SIMULINK.

Методы исследования: изучение поставленных задач, программная реализация схемы моделирования в MATLAB-SIMULINK, проведение опытов, анализ результатов, получение индивидуальных консультаций.

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Практическое выполнение слушателями учебно-
инновационно-творческой компетенции	исследовательских работ под руководством
учащихся инженерных классов	преподавателей Университета
Задание по развитию экспериментально-	Практическое занятие по освоению навыков
исследовательской компетенции	принятия и обработки экспериментальных данных,
учащихся инженерных классов	полученных на уникальном лабораторном
	оборудовании МГТУ им. Н.Э. Баумана

3.6. Рекомендуемая литература

1.	Основная	 Методы классической и современной теории автоматического управления. Учебник в пяти томах. Под общей ред. К.А. Пупкова – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Теории автоматического управления техническими системами: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1993. – 492 с. Митришкин Ю.В. Линейные модели управляемых динамических систем: Учебное пособие для вузов в 2-х ч. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. ч. 1: Уравнения «вход-выход» и «вход-состояние-выход». Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004. – 832 с.
2.	Дополнительная	 Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства, 1976. Сивцов В.И., Шахназаров Г.А. Практикум по основам теории автоматического управления. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы: Учебное пособие – СПб.: Изд-во ПИТЕР, 2005. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. Учебное пособие – СПб.: Изд-во ПИТЕР, 2006. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: Учебное пособие. – М.: Наука, 1989. –304 с. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. Учебное пособие: – М.: Наука, 1979. Теория автоматического управления. Ч. 1. Теория линейных систем автоматического управления. Ч. 1. Теория линейных систем автоматического управления. Ч. 1. Теория линейных систем автоматического управления. И Под ред. Воронова А.А.

Приложение 8.5 к Мероприятию 8 «Программа курса Системы автоматического управления», стр. 15 из 17

		Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1986. – 368 с. 12. Теория автоматического управления. Ч. 2. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Под ред.
		Воронова А.А Учебное пособие. — М.: Высшая школа, 1986. — 383 с. 13. Воронов А.А., Титов В.К., Новогранов Б.Н. Основы теории
		автоматического регулирования и управления. – М.: Высшая школа, 1977. 14. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского М.: Наука. Гл. ред. физмат. лит., 1987. – 712
		с. 15. Бесекерский В.А., Изранцев В.В. Системы автоматического управления с микроЭВМ. – М.: Наука, 1987.
3.	Электронные ресурсы	 Научная электронная библиотека: http://eLIBRARY.RU Электронно-библиотечная система IQlib: http://www.iqlib.ru Электронно-библиотечная система http://e.lanbook.ru Открытый архив номеров научно-технического журнала «Инженерный журнал: наука и инновации» http://engjournal.ru
		5. Сайт компании MathWorks – разработчика системы MATLAB-Simulink http://www.mathworks.com

^{* -} список литературы оформляется по ГОСТ Р 7.0.11-2011

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующая форма педагогического контроля обучающихся: блиц опрос, рубежный контроль. Итоговый контроль – коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

^{** -} не менее 5 источников по разделам 1-3

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия, оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, аудиоаппаратуру, а также следующее лабораторно-эксперименальное оборудование: наборы для создания проектов на базе National Instruments и MATLAB-Simulink, соединительные кабели. полигоны для проведения опытов.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые и почетные звания, государственные награды, а также большой научнопедагогический опыт в области систем автоматического управления, навигации и робототехники.

Фомичев Алексей Викторович – кандидат технических наук, доцент, первый заместитель декана факультета «Информатика и системы управления», первый заместитель заведующего кафедрой «Системы автоматического управления», руководитель ряда НИР и ОКР по разработке систем автоматического управления движением и навигации летательными аппаратами, наземными подвижными объектами и объектами робототехники.

Автор(ы) программы:

Фомичев А.В., к.т. н., доц.

расшифровка подписи автора

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива Мероприятия № 8. Начальник отдела взаимодействия с профильными школами

Центра довузовской подготовки

МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

расшифровка подписи

«15» 09 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА курсового цикла по выбору

ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО РОБОТОТЕХНИКЕ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ» для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Фомичев Алексей Викторович, к.т.н., доцент Лукьянов Вадим Викторович, к.т.н., доцент

Москва, 2016 г.

І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа выполнена в рамках образовательного проекта Департамента образования города Москвы «Инженерный класс в московской школе». Программа направлена на ознакомление обучаемых с базовыми сведениями микропроцессорной техники, затрагивает принципы проектирования малых мобильных устройств и рассматривает особенности программирования микроконтроллеров с использованием программной среды Arduino. Программа предполагает активные виды индивидуальной работы с использованием современного технологичного оборудования.

Актуальность программы заключается в формировании у обучающихся представлений о проектировании, реализации и программировании малых автономных устройств на базе восьмибитных контроллеров семейства AVR. Особенность программы заключается в получении новых знаний посредством создания реальных физических электронных устройств, что способствует закреплению полученных навыков.

Ожидаемыми результатами реализации программы является повышении мотивации к получению инженерного образования, укрепление межпредметных связей (математика — физика — информатика - технология), формирование творческого мышления и представлений о связи теории и практики.

Ключевые слова: Arduino, робототехника, радиоэлектроника, программирование, автономное малое мобильное устройство, спортивная робототехника, профильное инженерно-техническое обучение, интеллектуально-развивающая среда профильного обучения, прикладные свойства теоретических зависимостей, современные инженерные технологии, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в московской школе», практико-ориентированное обучение, научно-учебный центр, экспериментальное исследование на кафедрах и в лабораториях, деятельностно-компетентностный подход к обучению школьников, взаимодействие с профессорско-преподавательским составом Университета, интеграция лекций, практических занятий и проектно-исследовательской деятельности, получение и анализ полученных результатов, коллоквиум, метапредметные связи, формирование компетенций школьников в области профильного инженернотехнического обучения, развитие познавательных интересов, изучение достижений современной науки и техники.

- 1.2. Категория обучающихся: учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- **1.3. Цель программы**: формирование у обучающихся целостных представлений о робототехнике и работе малых автономных систем путем выполнения индивидуальных проектов при консультативно-информационной поддержке преподавателей Университета.

1.4. Задачи программы:

- ознакомление с базовыми сведениями микропроцессорной техники;
- изучение программной среды Arduino;
- знакомство с платами Arduino, изучение периферийных внешних устройств и работа с ними:
- знакомство с задачами спортивной робототехники и реализация их различных решений;
- получение опыта в проведении экспериментов;

1.5 Трудоемкость обучения:

- срок обучения – 12 аудиторных часов, 4 недели;

- из них контролируемая самостоятельная работа обучающихся над проектом под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э.Баумана – 4 аудиторных часа.
- **1.6. Режим занятий** 3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, октябрь-ноябрь.
- 1.7. Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

II. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

- **2.1. Знать** основные принципы проектирования и практической реализации микропроцессорной техники
- **2.2.** Уметь планировать и проводить этапы исследования, анализировать информацию, полученную в ходе проведения испытаний устройства, и вносить изменения в работу электронного устройства направленные на изменение алгоритма работы программно-аппаратного комплекса.
- **2.3.** Приобрести навыки работы с микропроцессорной техникой, программирования и решения задач по разделам курса
- **2.4.** Владеть компетенциями учебно-познавательными, информационными, коммуникативными, компетенции личностного самосовершенствования.
- **2.5.** Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой индивидуального проекта, результаты текущего рубежного контроля, опрос.

III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Виды занятий	Объем занятий (час.)
1.	Научные лекции	4
2.	Практические занятия в лабораториях кафедр и научно-образовательных центрах Университета	4
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы	3
4.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1
ВСЕГО		12

3.2. Тематический учебный план

No				В том чи	ісле:	
п/п	Наименование темы	Всего часов	Лекции*	Научный практикум**	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Что такое Arduino? Структура и принцип работы контроллера. Микроконтроллеры семейства AVR. Изучение характеристик и принципиальной схемы платы Strela. Базовые элементы языка программирования Arduino.	3	1	1	1	Опрос
2.	Работа с периферийными устройствами. Базовые понятия схемотехники.		1	1	I	Опрос
3.	Спортивная робототехника – обзор дисциплин, изучение базовых конструкций устройств и алгоритмов управления.	1	1	1	1	Опрос
4.	Основы проведения опытов и методика оформления результатов, полученных в ходе исследования. Выполнение индивидуальных проектов и проведение исследований.	2	1	1	0	Рубежный контроль
5.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1			1	Защита проекта
BCE	ELO	12	4	4	4	

^{* -} изучение теоретических зависимостей и их прикладных свойств по тематике цикла

^{** -} научный практикум может включать семинарские занятия, деловые и ролевые игры с моделированием изучаемых процессов, работу на современном лабораторном оборудовании

3.3. Учебная программа

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проекто учащихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
1	Инженерный практикум по ро	бототехнике на базе платформы Arduino (12 часов)
1.	Лекция1.Что такоеArduino?Структура ипринципработыконтроллера.Микроконтроллерысемейства AVR. (1 час)	Вводная лекция. Рассматриваются различные версии плат Arduino, сравниваются их характеристики. Изучается структура и принцип работы контроллера, рассматриваются особенности микроконтроллеров семейства AVR.
2.	Практическое занятие 1. Изучение характеристик и принципиальной схемы платы Strela. Базовые элементы языка программирования Arduino. (1 час)	Обсуждается принципиальная схема платы Strela, обсуждаются ее достоинства и недостатки. Знакомство со средой Arduino. Разбор основных структур языка программирования Arduino. Написание и отладка тестовых программ.
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы (1 час)	Работа с периферийными устройствами (светодиоды, кнопки, датчики линии, зуммеры, ультразвуковые сонары, инфракрасными приемниками TSOP и.т.д.). Выполнение индивидуальных лабораторных работ.
4.	Лекция 2 . Спортивная робототехника (1 час)	Обзор существующих дисциплин спортивной робототехники, изучение регламентов соревнований. Изучение возможных технических решений задач спортивной робототехники.
5.	Практическое занятие 2. Механические и схемотехнические особенности автономных малых мобильных роботов. (1 час)	Выбор тем индивидуальных проектов. Обсуждение механических и схемотехнических особенностей автономных малых мобильных роботов. Совместное обсуждение различных механических и схемотехнических схем роботов, выбор наиболее подходящей для решения задач индивидуального проекта.
6.	Выполнение проектно-исследовательской работы (1 час)	Создание механической части автономного малого мобильного устройства, установка всех необходимых комплектующих (Strela, мотор-редукторы, элементы питания, датчики). Тестирование устройства после сборки.
7.	Лекция 3. Алгоритмы управления автономными устройствами (1 час)	Изучение особенностей релейного алгоритма и алгоритмов на основе пропорционального, пропорционально-дифференциального и пропорционально -интегрально-дифференциального регуляторов.

8.	Практическое занятие 3.	Реализация различных релейных алгоритмов и
	Реализация алгоритмов	алгоритмов на основе пропорционального,
	управления автономными	пропорционально-дифференциального и
	устройствами (1 час)	пропорционально -интегрально-дифференциального
		регуляторов в зависимости от выбранного
		индивидуального проекта.
9.	Выполнение проектно-	Отладка реализованных алгоритмов управления,
	исследовательской работы	проведение предложенного исследования.
	(1 yac)	
10.	Лекция 4. Основы	Изучение графического представления информации
	проведения опытов и	(графики, блок-схемы, схемы и т.п.). Табличное
	методика оформления	представление информации.
	результатов, полученных в	
	ходе исследования (1 час)	
11.	Практическое занятие 4.	Оформление результатов исследования
	Подготовка отчета о	
	проделанной работе. (1 час)	
12.	Итоговое мероприятие –	Подведение итогов работы по практико-
	коллоквиум	ориентированному циклу «Инженерный практикум по
	(1 yac)	робототехнике на базе платформы Arduino». Обсуждение
		результатов, полученных в процессе выполнения
		проектно-исследовательских работ. Защита проектов.

3.4. Список тем исследовательских проектов

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
1	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 1 датчика линии на основе релейного алгоритма управления	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
2	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 2 датчиков линии на основе релейного алгоритма управления	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
3	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 3 датчиков линии на основе релейного алгоритма управления	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
4	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 4 датчиков линии на основе релейного алгоритма управления	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
5	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 5 датчиков линии на основе релейного алгоритма управления	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный

		проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
6	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 1 датчика линии и алгоритма управления на основе пропорционального регулятора	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
7	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 2 датчиков линии и алгоритма управления на основе пропорционального регулятора	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
8	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 3 датчиков линии и алгоритма управления на основе пропорционального регулятора	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
9	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 4 датчиков линии и алгоритма управления на основе пропорционального регулятора	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
10	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Следование по линии» с использованием 5 датчиков линии и алгоритма управления на основе пропорционального регулятора	

11	Создание автономного	Пали постобототи и первизорети программию опператиций
11	малого мобильного	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный
		комплекс, решающий задачу следования по линии.
	устройства для решения	Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения
	задачи «Следование по	данной задачи, разработка и реализация автономной малой
	линии» с использованием	мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма
	1 датчика линии и	управления и его отладка.
	алгоритма управления на	Методы исследования:
	основе	изучение поставленных задач, конструкторская реализация,
	пропорционального	проведение опытов, получение индивидуальных
	дифференциального	консультаций.
	регулятора	None your adding
12	Создание автономного	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный
12	малого мобильного	комплекс, решающий задачу следования по линии.
	устройства для решения	Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения
	• •	
	задачи «Следование по	данной задачи, разработка и реализация автономной малой
	линии» с использованием	мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма
	2 датчиков линии и	управления и его отладка.
	алгоритма управления на	Методы исследования:
	основе	изучение поставленных задач, конструкторская реализация,
	пропорционального	проведение опытов, получение индивидуальных
	дифференциального	консультаций.
	регулятора	
13	Создание автономного	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный
	малого мобильного	комплекс, решающий задачу следования по линии.
	устройства для решения	Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения
	задачи «Следование по	данной задачи, разработка и реализация автономной малой
	линии» с использованием	мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма
		управления и его отладка.
		· 1
	алгоритма управления на	Методы исследования:
	основе	изучение поставленных задач, конструкторская реализация,
	пропорционального	проведение опытов, получение индивидуальных
	дифференциального	консультаций.
	регулятора	
14	Создание автономного	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный
	малого мобильного	комплекс, решающий задачу следования по линии.
	устройства для решения	Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения
	задачи «Следование по	данной задачи, разработка и реализация автономной малой
	линии» с использованием	мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма
	4 датчиков линии и	управления и его отладка.
	алгоритма управления на	Методы исследования:
	основе	изучение поставленных задач, конструкторская реализация,
	пропорционального	проведение опытов, получение индивидуальных
	дифференциального	консультаций.
1.7	регулятора	Пото постобото
15	Создание автономного	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный
	малого мобильного	1
	устройства для решения	Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения
	задачи «Следование по	данной задачи, разработка и реализация автономной малой
	линии» с использованием	мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма
	5 датчиков линии и	управления и его отладка.
	алгоритма управления на	Методы исследования:
	основе	изучение поставленных задач, конструкторская реализация,
		The restablished regard, wontry harden beging affine

	пропорционального дифференциального регулятора	проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
16	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Слалом по линии» с использованием одного ультразвукового дальномера	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии с объездом препятствий. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
17	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Слалом по линии» с использованием двух ультразвуковых дальномеров	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии с объездом препятствий. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
18	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Слалом по линии» с использованием трёх ультразвуковых дальномеров	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу следования по линии с объездом препятствий. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
19	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельринг» без использования ультразвуковых дальномеров	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
20	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельринг» с использованием одного	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой

21	ультразвукового дальномера Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельринг» с использованием двух ультразвуковых дальномеров	мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций. Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных
22	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельринг» с использованием трех ультразвуковых дальномеров	консультаций. Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
23	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельринг» с использованием четырех ультразвуковых дальномеров	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг».
24	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельрингмакро» без использования ультразвуковых дальномеров	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг-макро». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
25	Создание автономного малого мобильного	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины

	устройства для решения задачи «Кегельринг-макро» с использованием одного ультразвукового дальномера	«Кегельринг-макро». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
26	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельринг-макро» с использованием двух ультразвуковых дальномеров	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг-макро». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
27	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельрингмакро» с использованием трех ультразвуковых дальномеров	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг-макро». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
28	Создание автономного малого мобильного устройства для решения задачи «Кегельрингмакро» с использованием четырех ультразвуковых дальномеров	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу спортивной дисциплины «Кегельринг-макро». Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, разработка и реализация автономной малой мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма управления и его отладка. Методы исследования: изучение поставленных задач, конструкторская реализация, проведение опытов, получение индивидуальных консультаций.
29	Разработка и программная реализация отладочного терминала для удаленной отладки автономного малого мобильного устройства	Цель: разработать и реализовать терминал для удаленной отладки малого мобильного устройства. Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения данной задачи, программная реализация терминала. Методы исследования: изучение поставленных задач, тестирование, получение индивидуальных консультаций.
30	Разработка и реализация двухколесного балансирующего робота с	Цель: разработать и реализовать программно-аппаратный комплекс, решающий задачу балансирования на двух колесах.

дифференциальным		Задачи: изучение уже имеющихся реализаций решения
приводом	И	данной задачи, разработка и реализация автономной малой
электромеханической		мобильной платформы, реализация выбранного алгоритма
трансмиссией		управления и его отладка.
		Методы исследования:
		изучение поставленных задач, конструкторская реализация,
		проведение опытов, получение индивидуальных
		консультаций.

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Практическое выполнение слушателями учебно-
инновационно-творческой компетенции	исследовательских работ под руководством
учащихся инженерных классов	преподавателей Университета
Задание по развитию экспериментально-	Практическое занятие по освоению навыков
исследовательской компетенции	принятия и обработки экспериментальных данных,
учащихся инженерных классов	полученных на уникальном лабораторном
	оборудовании МГТУ им. Н.Э.Баумана

3.6. Рекомендуемая литература

1.	Основная	1. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. – Спб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.: ил. – (Электроника) 2. Хартов В.Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих: учеб. пособие – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 280 с.: ил. 3. Хартов В.Я. Программирование и отладка программ для микроконтроллеров AVR фирмы Atmel. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 4. Michael Margolis. Arduino Cookbook. O'Reilly Media, 2011 654 р ISBN:0596802471. 5. Evans B. Beginning Arduino Programming Apress, 2011 270 р ISBN: 978-1-4302-3778-5.
2.	Дополнительная	1. Гребнев В.В. Микроконтроллеры AVR семейств. – М.: Радиософт, 2002. 2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. – М.: Издательский дом «Додэка-ХХІ», 2005. 3. Злобин В.К., Григорьев В.Л. Программирование арифметических операций в микропроцессорах. – М.: Высш. шк., 1991. 4. Jonathan Oxer and Hugh Blemings. Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware. Apress, 2009 - 445 p ISBN: 978-1-4302-2477-8. 5. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino (+ исходные коды и дополнительные материалы с сайта издательства) СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 400 с.: — ISBN 978-5-9775-3337-9.
3.	Электронные ресурсы	 Сайт фирмы Arduino: https://www.arduino.cc Каталог проектов Arduino: http://arduino-projects.ru Сайт фирмы Atmel: http://www.atmel.com Сайт фирмы Amperka: http://amperka.ru

5. Курс «Arduino для начинающих»: http://edurobots.ru/kurs-
arduino-dlya-nachinayushhix/

^{* -} список литературы оформляется по ГОСТ Р 7.0.11-2011

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующая форма педагогического контроля обучающихся: блиц опрос, рубежный контроль. Итоговый контроль – коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

^{** -} не менее 5 источников по разделам 1-3

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, аудиоаппаратуру, а также следующее лабораторно-эксперименальное оборудование: наборы для создания проектов на базе Arduino, соединительные кабели, полигоны для проведения опытов.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые и почетные звания, государственные награды, а также большой научно-педагогический опыт в области систем автоматического управления, навигации и робототехники.

Фомичев Алексей Викторович – кандидат технических наук, доцент, первый заместитель декана факультета «Информатика и системы управления», первый заместитель заведующего кафедрой «Системы автоматического управления», руководитель ряда НИР и ОКР по разработке систем автоматического управления движением и навигации летательными аппаратами, наземными подвижными объектами и объектами робототехники.

Лукьянов Вадим Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматического управления», участник Всероссийской Молодежной научно-инженерной выставки «Политехника» (диплом I степени в номинации «Робототехника»), соревнований «Робокросс-2104», исполнитель ряда НИР и ОКР в области систем автоматического управления, навигации и робототехники.

В подготовке и реализации программы активное участие принимал студент кафедры «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии» Медведев Владислав Олегович – многократный участник всероссийских и международных робототехнических турниров, четырехкратный победитель и шестикратный призер всероссийских и международных робототехнических турниров.

Автор(ы) программы:

Фомичев А.В., к.т. н., доц.

Лукьянов В.В., к.т.н., доц. расшифровка подписи автора

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива Мероприятия № 8,

Начальник отдела взаимодействия с профильными школами

Центра довузовской подготовки

МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова расшифровка подписи

«*ОҰ*» *О9* 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА КУРСОВОГО ЦИКЛА ПО ВЫБОРУ

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ.

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ»

для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Резник Сергей Васильевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой СМ-13 «Ракетно-космические композитные конструкции»

Москва, 2016 г.

І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Программа выполнена рамках образовательного проекта Департамента образования города Москвы «Инженерный класс в московской школе». Программа направлена на внедрение новых форм и методов обучения, использование комплекса новейших технических средств и технологии обучения с акцентом на активные виды самостоятельной индивидуальной работы. Актуальность программы связана с необходимостью учитывать социально-экономические изменения, происходящие и обществе, вызванные потребностью в новых профессиональных качествах современных специалистов: способностью быстро адаптироваться к меняющимся условиям трудовой деятельности, самообразовываться и саморазвиваться, оптимизировать затраты и эффективно использовать ресурсы. Программа соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники (утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г., №899) «Транспортные и космические системы».

целесообразность проекта обусловлена расширением Педагогическая дидактической парадигмы, ориентированной на репродуктивное обучение, наполнение ее элементами проектного инженерного образования. Отличительной особенностью программы является формирование сопряжённых между собой индивидуализированных образовательных траекторий школьников, реализуемых в рамках единой тематики проекта. Неразрывность этапов реализации проекта и его технологический уклад соответствуют принципам и подходам обеспечения жизненного цикла изделий авиационной и ракетно-космической техники. Программа ориентирована на учащихся 8-11 классов школы и состоит из четырех взаимосвязанных этапов длительностью три академических часа каждый, требующих поочередного прохождения обучения. Ожидаемыми результатами реализации проекта на уровне учащегося является активизация мыслительной активности, укрепление межпредметных связей, формирование критического и творческого мышления, повышение мотивации к получению инженерного образований и др. Результаты освоения полученных знаний, умений и навыков будут оценены и проверены с помощью бипарадигмальной методологии, основанной на количественных данных тестирования и качественных экспертных оценок, что гарантирует получение объективной информации о фактическом уровне учебных достижений.

Ключевые слова:, профильное инженерно-техническое обучение, учащиеся инженерных классов московских школ, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в московской школе», практико-ориентированное обучение, экспериментальное исследование на кафедрах и в лабораториях, деятельностно-компетентностный подход к обучению школьников, взаимодействие с профессорско-преподавательским составом Университета, интеграция лекций, практических занятий и проектно-исследовательской деятельности, получение и анализ полученных результатов, коллоквиум, метапредметные связи, формирование компетенций школьников в области проектирования перспективных аэрокосмических конструкций и исследования характеристик новых материалов, развитие познавательных интересов.

- 1.1. Категория обучающихся: учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- 1.2. Цель программы состоит в создании базовых условий и формировании предпосылок, при которых учащиеся профильных инженерных классов будут самостоятельно и при консультативно-информационной поддержке преподавателей университета приобретать недостающие знания из разных областей науки и техники; пользоваться и закреплять приобретенные ранее знания при решении практических задач; приобретать коммуникативные навыки при работе в малых рабочих группах: развивать системное мышление. творческие способности и исследовательские умения.

1.3. Задачи программы

- оказывать содействие развитию творческих способностей и интеллекта учащегося;
- погружать учащегося в логику профессиональной деятельности, повышая его мотивацию в получении необходимых для этого знаний, умений и навыков,
- сформировать, корректировать и контролировать содержание, структуру и темп реализации индивидуального плана работы над проектом;
- обеспечить комплексный подход к получению искомых результатов проекта, дозированное и сбалансированное предоставление новой информации и практических материалов, обеспечивая комфортные условия для физиологического и психического состояния ученика:
- создать условия для осознанного усвоение новых знаний на примере их использования в решении прикладных инженерно-технических задач и обучить учащихся получать знания через свою деятельность.

1.4. Трудоемкость обучения:

- срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели;
- из них контролируемая самостоятельная работа по выполнению проектов обучающихся под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э.Баумана 4 аудиторных часа.
- **1.5. Режим занятий** 3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, сентябрь-октябрь.
- **1.6.** Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

ІІ. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

2.1. Знать: основы научного стиля мышления и инженерной деятельности; последовательность и сущность умственно-практических действий, принципы формирования алгоритмических и эвристических приемов умственной деятельности.

2.2. Уметь:

планировать и проводить этапы исследования;

контролировать, систематизировать, анализировать и обобщать результаты практических занятий:

формулировать гипотезу исследования и структурировать этапы выполнения индивидуального задания;

организовать и контролировать физиологическую и психическую деятельность,

- представлять и защищать результаты выполнения индивидуального задания,
- творчески мыслить и переносить имеющиеся знания на текущее поле деятельности,
- критически оценивать результаты собственной исследовательской работы:
- использовать различные открытые источники информации, воспринимать и анализировать собранные данные для достижения поставленных целей научно-творческой деятельности;
 - **2.3.** Приобрести навыки: Самостоятельной индивидуальной и коллективной групповой работы над проектом, актуализации собственного имеющегося опыта; субъект-субъектных отношений и диалогового межличностного общения, сотрудничества и сотворчества

2.4. Владеть компетенциями:

Категория компетенций	Наименование компетенции
Системное и	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез
критическое мышление	информации для решения поставленных задач
Разработка и реализация проектов	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений
Командная работа и	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реали-
лидерство	зовывать свою роль в команде

2.5. Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой индивидуального проекта, результаты текущего рубежного контроля

ІІІ. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Виды занятий	Объем занятий (час.)
1.	Научные лекции	4
2. Практические занятия в лабораториях ка- федр и научно-образовательных центрах Университета		4
3. Выполнение проектно-исследовательской работы		3
4. Итоговое мероприятие - коллоквиум		1
ВСЕГО		12

3.2. Тематический учебный план

\mathcal{N}_{2}	Наименование темы		В том числе:			
п/п		Всего часов	Лекции*	Научный практикум**	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Введение в композиционные материалы и технологии. Перспективы использования композиционных материалов в аэрокосмической технике	3	1	1	1	
2.		3	1	1	1	Блиц опрос
3.	Новые системы космической связи	3	1	1	1	
4.	Сетчатые космические конструкции.	2	1	1		Рубежный контроль
5.	Итоговое мероприятие -	1			1	Защита

Приложение 8.7 к Мероприятию 8 «Программа курса Композиционные материалы и технологии», стр. 4 из 16

коллоквиум					проекта
ВСЕГО	12	4	4	4	

^{* -} изучение теоретических зависимостей и их прикладных свойств по тематике цикла

3.3. Учебная программа

Темы лекций, практических занятий исследовательских проектов учащихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательский проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы; перечень рекомендуемой литературы
	Название темы (12 часов)
Лекция 1. Введение в композиционные материалы и технологии. Перспективы использования композиционных материалов в аэрокосмической технике (1 час)	Основные понятия и определения. Классификация композиционных материалов и области их рационального применения. Сравнение характеристик композиционных материалов с характеристиками традиционных материалов (металлы, керамика, полимеры). Особенности гибридных композиционных материалов. Краткий обзор перспектив применения композиционных материалов в аэрокосмической технике (космическая связь, инфраструктура орбитальных и напланетных сооружений, многоразовые космические аппараты и др.).
Практическое занятие 1. Композитные технологии (1 час)	Знакомство с уникальной коллекцией образцов композиционных материалов и композитных конструкций в учебном демонстрационном зале кафедры. Анализ технологических приемов получения выделенных для изучения образцов, изучение достоинств принятых конструкторско-технологических решений. Выявление фундаментальных признаков неразрывной связи вопросов проектирования, производства и материаловедения.
Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой с разделением ролей. Используется проектный подход к обучению. Школьники выполняют следующие виды работ. Систематизируют полученную информацию, составляют таблицы, в которые заносят данные, касающиеся компонент, входящих в состав того или иного композита, отмечают основные технологические операции, приводят характеристики материалов, важные с позиций практического применения в аэрокосмической технике.
Лекция 2. Транспортные средства космического туризма (1 час)	Место космического туризма в сфере космической деятельности. Познавательные горизонты и маршруты космического туризма. Междисциплинарный характер развития космического туризма. Требования к техническим средствам транспорта и инфраструктуре космического туризма. Примеры конструкторско-компоновочных решений транспортных средств для суборбитальных и орбитальных

^{** -} научный практикум может включать семинарские занятия, деловые и ролевые игры с моделированием изучаемых процессов, работу на современном лабораторном оборудовании

	полетов.
Практическое занятие 2. Многоразовые космические аппараты туристического класса для суборбитальных полетов (1 час)	Введение в анализ эффективности аэрокосмических летательных аппаратов. Сравнительный анализ весовой эффективности конструкций и двигательных установок МКА ТК по относительной массе конечной массы и относительной массе полезного груза
Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой с разделением ролей. Используется проектный подход к обучению. Школьники выполняют следующие виды работ. Систематизируют информацию, составляют таблицы, в которые заносят данные, относящиеся к весовым характеристикам и двигательным установкам проектируемых в нашей стране и за рубежом МКА ТК, выполняют расчеты и анализируют полученные данные, выделяя рациональные технические решения.
Лекция 3. Новые системы космической связи (1 час)	История и перспективы развития космической связи. Основные диапазоны радиоволн в космической связи. Факторы космического полета, искажающие форму рефлекторов антенн и влияющие на качество радиосвязи. Требования к точности профиля зеркальных антенн. Преимущества композиционных материалов в изготовлении конструкций рефлекторов с высокой стабильностью формы и малой погонной плотностью.
Практическое занятие 3. Конструкторско- технологические решения термостабильных и легких рефлекторов зеркальных космических антенн (1 час)	Сравнение силовых схем рефлекторов, обеспечивающих высокую стабильность формы при переменных тепловых воздействиях, вызванных периодическим заходами КА в тень Земли. Технологические операции изготовления гладких и оребренных оболочек из композиционных материалов.
Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой с разделением ролей. Используется проектный подход к обучению. Школьники выполняют следующие виды работ. Систематизируют информацию, составляют таблицы, в которые заносят данные, относящиеся к весовым характеристикам рефлекторов различных схем, определяют погонную плотность, анализируют полученные данные, выделяя рациональные технические решения.
Лекция 4. Сетчатые космические конструкции (1 час)	Научное наследство выдающегося русского инженера, выпускника Императорского технического училища (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана) В.Г. Шухова (телебашня на Шаболовке, металлостеклянный дебаркадер Киевского вокзала и др.). Преимущества сетчатых конструкций перед другими силовыми конструкциями (оболочки с шпангоутами, стрингерами, лонжеронами, первюрами). Примеры эффективного применения сетчатых стержней в трансформируемых рефлекторах зеркальных космических антенн, переходных отсеках (адаптерах), связывающих КА и ракету-носитель, в корпусах КА.

Практическое занятие 4. Изучение современных технологических приемов Конструкторскоизготовления сетчатых стержней и оболочек. Описание технологические решения основных технологических операций. Причины силовых сетчатых использования в сетчатых конструкциях гибридных полимерных композиционных материалов. Систематизация конструкций. Определение информации, составление таблиц, в которые заносят теплофизических данные, относящиеся к весовым характеристикам сетчатых характеристик (1 час) конструкций различных схем. Школьники выполняют следующие виды работ. Знакомятся с методикой определения теплофизических характеристик композиционных материалов, основанной на тепловизионном контроле температурного состояния экспериментального образца, имеющего форму стержня или пластины, сравнивают характеристик двух видов гибридных полимерных композиционных материалов, которые перспективны для применения в сетчатых конструкциях. анализируют полученные данные. Итоговое мероприятие -Содержание коллоквиума - обсуждение полученных коллоквиум результатов и защита проектов.

3.4. Список тем исследовательских проектов

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (<i>цели, задачи, методы</i> исследования)
1	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «стеклопластикуглепластик-стеклопластик». Определение эффективной теплопроводности для заданных характеристик и толщин монослоев.	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
2	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «стеклопластикуглепластик-стеклопластикуглепластик». Определение эффективной теплопроводности для заданных характеристик и толщин монослоев.	консультаций преподавателей Университета. Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
3	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «стеклопластик-углепластик-углепластик-углепластик-	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.

Приложение 8.7 к Мероприятию 8 «Программа курса Композиционные материалы и технологии», стр. 7 из 16

	стеклопластик».	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	Определение эффективной	проектирования, изучение моделей композитов,
	теплопроводности для	составление простейших вычислительных программ для
	заданных характеристик и	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
	толщин монослоев.	консультаций преподавателей Университета.
4	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «стеклопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	углепластик-стеклопластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	углепластик-стеклопластик-	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
		Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	уцглепластик».	
	Определение эффективной	1
	теплопроводности для	составление простейших вычислительных программ для
	заданных характеристик и	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
	толщин монослоев.	консультаций преподавателей Университета.
5	Проектирование	Цель - знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «органопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	углепластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	органопластик».	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	Определение эффективной	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	теплопроводности для	проектирования, изучение моделей композитов,
	заданных характеристик и	составление простейших вычислительных программ для
	толщин монослоев.	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
		консультаций преподавателей Университета.
6	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «органопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	углепластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	органопластик-	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	углепластик».	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	Определение эффективной	проектирования, изучение моделей композитов,
	теплопроводности для	составление простейших вычислительных программ для
	заданных характеристик и	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
	толщин монослоев.	консультаций преподавателей Университета.
7	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «органопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	углепластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	органопластик-	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	углепластик-	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	органопластик».	проектирования, изучение моделей композитов,
	Определение эффективной	составление простейших вычислительных программ для
	теплопроводности для	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
		The state of the s
	-	консультаций преподавателей Университета
	заданных характеристик и	консультаций преподавателей Университета.
8	заданных характеристик и толщин монослоев.	
8	заданных характеристик и	Цель – знакомство с современными методами

	композиционного	материалов.
	материала «органопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	углепластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	органопластик-	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	углепластик-	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	органопластик-	проектирования, изучение моделей композитов,
	углепластик».	составление простейших вычислительных программ для
	Определение эффективной	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
	теплопроводности для	консультаций преподавателей Университета.
	заданных характеристик и	
	толщин монослоев.	
9	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «стеклопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	органопластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	стеклопластик».	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	Определение эффективной	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	теплопроводности для	проектирования, изучение моделей композитов,
	заданных характеристик и	составление простейших вычислительных программ для
	толщин монослоев.	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
		консультаций преподавателей Университета.
10	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «стеклопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	оганопластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	стеклопластик-	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	органопластик».	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	Определение эффективной	проектирования, изучение моделей композитов,
	теплопроводности для	составление простейших вычислительных программ для
	1	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
	толщин монослоев.	консультаций преподавателей Университета.
11	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «стеклопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	органопластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	стеклопластик-	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	органопластик-	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	стеклопластик».	проектирования, изучение моделей композитов,
	Определение эффективной	составление простейших вычислительных программ для
	теплопроводности для	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
	заданных характеристик и	консультаций преподавателей Университета.
	толщин монослоев.	noneybrugim npenogabaresten 5 mibepenreta.
12	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «стеклопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	органоплистик-	
	органоплистик-	возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
		· · ·
	органопластик-	Методы исследования: анализ литературы по вопросам

	стеклопластик- органопластик». Определение эффективной теплопроводности для заданных характеристик и толщин монослоев.	проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
13	Проектирование многослойной обшивки крыла многоразового космического аппарата, подкрепленной сотами. Определение теплопроводности сотового заполнителя из алюминиевой фольги для заданных характеристик и толщин	Цель — знакомство с современными методами проектирования силовых композитных конструкций аэрокосмической техники. Задачи: Изучение видов нагрузок, принципов проектирования композитных конструкций, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования и справочникам по характеристикам отдельных материалов, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
14	Проектирование многослойной обшивки крыла многоразового космического аппарата, подкрепленной сотами. Определение теплопроводности сотового заполнителя из титановой фольги для заданных характеристик и толщин	Цель — знакомство с современными методами проектирования силовых композитных конструкций аэрокосмической техники. Задачи: Изучение видов нагрузок, принципов проектирования композитных конструкций, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования и справочникам по характеристикам отдельных материалов, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
15	Проектирование многослойной обшивки крыла многоразового космического аппарата, подкрепленной сотами. Определение теплопроводности сотового заполнителя из бумаги для заданных характеристик и толщин	Цель — знакомство с современными методами проектирования силовых композитных конструкций аэрокосмической техники. Задачи: Изучение видов нагрузок, принципов проектирования композитных конструкций, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования и справочникам по характеристикам отдельных материалов, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
16	Проектирование многослойной обшивки крыла многоразового космического аппарата, подкрепленной сотами. Определение теплопроводности сотового	Цель — знакомство с современными методами проектирования силовых композитных конструкций аэрокосмической техники. Задачи: Изучение видов нагрузок, принципов проектирования композитных конструкций, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики.

	заполнителя из стеклопластика для заданных характеристик и	Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования и справочникам по характеристикам отдельных материалов, изучение моделей композитов,
	толщин	составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
17	Проектирование многослойной обшивки крыла многоразового космического аппарата, подкрепленной сотами. Определение теплопроводности сотового заполнителя из углепластика для заданных характеристик и толщин	Цель — знакомство с современными методами проектирования силовых композитных конструкций аэрокосмической техники. Задачи: Изучение видов нагрузок, принципов проектирования композитных конструкций, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования и справочникам по характеристикам отдельных материалов, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
18	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «стеклопластикуглепластик-стеклопластик». Определение предела прочности на растяжение для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 0/0/0.	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
19	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «стеклопластикуглепластик-стеклопластик». Определение предела прочности на растяжение для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 0/90/0.	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
20	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «стеклопластикуглепластик-стеклопластик». Определение предела прочности на растяжение для задашных	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для

	характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 45/90/45.	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
21	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «стеклопластик-	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	органопластик- стеклопластик». Определение предела прочности на растяжение	возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов,
	для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 0/0/0.	составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
22	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «стеклопластик-	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	органопластик- стеклопластик». Определение предела прочности на растяжение для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 0/90/0.	возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
23	Проектирование гибридного полимерного композиционного	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов.
	материала «стеклопластик- органопластик- стеклопластик». Определение предела	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	прочности на растяжение для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 45/90/45.	проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
24	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «органопластик-	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	углепластик- органопластик». Определение предела прочности на растяжение для заданных	возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для
	характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 0/0/0.	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
25	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами

26	гибридного полимерного композиционного материала «органопластикуглепластик». Определение предела прочности на растяжение для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 0/90/0. Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «органопластик-	проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета. Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	углепластик- органопластик». Определение предела прочности на растяжение для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 45/90/45.	возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
27	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «органопластикуглепластик-стеклопластик». Определение предела прочности на растяжение для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 0/0/0.	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
28	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «органопластикуглепластик-стеклопластик». Определение предела прочности на растяжение для заданных характеристик и толщин монослоев для схемы армирования 0/90/0.	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ. Методы исследования: анализ литературы по вопросам проектирования, изучение моделей композитов, составление простейших вычислительных программ для расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета.
29	Проектирование гибридного полимерного композиционного материала «органопластик-углепластик-	Цель — знакомство с современными методами проектирования гибридных полимерных композиционных материалов. Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с возможностями регулирования характеристик, анализ

	стеклопластик».	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	Определение предела	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	прочности на растяжение	проектирования, изучение моделей композитов,
	для заданных	составление простейших вычислительных программ для
	характеристик и толщин	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
	монослоев для схемы	консультаций преподавателей Университета.
	армирования 45/90/45.	
30	Проектирование	Цель – знакомство с современными методами
	гибридного полимерного	проектирования гибридных полимерных композиционных
	композиционного	материалов.
	материала «органопластик-	Задачи: Изучение принципов синтеза ГПКМ, знакомство с
	углепластик-углепластик-	возможностями регулирования характеристик, анализ
	стеклопластик».	факторов, влияющих на эти характеристики ГПКМ.
	Определение предела	Методы исследования: анализ литературы по вопросам
	прочности на растяжение	проектирования, изучение моделей композитов,
	для заданных	составление простейших вычислительных программ для
	характеристик и толщин	расчета характеристик ГПКМ, получение индивидуальных
	монослоев для схемы	консультаций преподавателей Университета.
	армирования 45/0/90/45.	

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Практическое выполнение слушателями
инновационно-творческой компетенции	учебно- исследовательских работ под
учащихся инженерных классов	руководством преподавателей Университета
Задание по развитию экспериментально-	Практическое занятие по освоению навыков
исследовательской компетенции учащихся	принятия и обработки экспериментальных
инженерных классов	данных, полученных на уникальном
•	лабораторном оборудовании
	МГТУ им. Н.Э. Баумана

3.6. Рекомендуемая литература

1	Основная	1. Барвинок, В.А. Современные технологии в авиа- и ракетостроении: учебник для вузов / В.А. Барвинок, В.Г. Богданович, С.Г. Дементьев [и др.]: Под ред. В.А. Барвинка. — М: Машиностроение. 2014. — 401 с. 2. Баженов, С.Л. Полимерные композиционные материалы: Научное издание / С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян. — Долгопрудный: Изд-й дом «Интеллект», 2010. — 352 с. 3. Тарасов, В.А. Теоретические основы технологии ракетостроения: Учеб. пособие для вузов под ред. В.А. Тарасова / В.А. Тарасов, Л.А. Кашуба. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2006. — 350 с. 4. Гофин, М.Я. Жаростойкие и теплозащитные конструкции многоразовых аэрокосмических аппаратов. — М.: ЗАО «ТФ» МИР», 2003. — 672 с.
2	Дополнительная	1. Буланов, И.М. Производство аэрокосмических композитных

Приложение 8.7 к Мероприятию 8 «Программа курса Композиционные материалы и технологии», стр. 14 из 16

конструкций / И.М. Буланов, В.В. Воробей. – М. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. – 516 с. 2. Васильев, В.В. Композиционные материалы: Справочник / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др. Под общ. ред. В.В. Васильева и Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. - 512 c. 3. Братухин, А.Г. Конструкционные и функциональные материалы современного авиастроения: Учебное пособие / А.Г. Братухин, М.А. Погосян, В.И. Суров, Л.В. Тарасенко. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 304 с. 4. Лукашевич, В.П. Космические крылья / В.П. Лукашевич, И.Б. Афанасьев. - М.: ООО «ЛенТа Странствий», 2009. - 496 с. 5. Резник, С.В. Термостойкие композиционные материалы и их применение в многоразовых объектах ракетно-космической техники: учебное пособие / С.В. Резник, К.В. Михайловский, С.О. Юрченко; Под ред. С.В. Резника. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 55 с. 1. Encyclopedia Astronautica [Электронный ресурс]. – Режим дос-3 Электронные тупа: http://www.astronautix.com. ресурсы [Электронный 2. SpaceX pecypc]. Режим доступа: http://www.spacex.com/falcon9.php 3. Энциклопедия крылатого космоса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.buran.ru. 4. Космическая энциклопедия ASTROnote [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.astronaut.ru. Spaceplanes 5. Bristol [Электронный pecypc]. http://www.bristolspaceplanes.com.

ІУ. ФОРМЫ АТТЕСТАПИИ И ОПЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующая форма педагогического контроля обучающихся: блиц опрос, рубежный контроль. Итоговый контроль – коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий. Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает компьютерную базу с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, кино-, теле- и аудиоаппаратуру, а также установку теплофизических испытаний элементов композитных конструкций, тепловизор, демонстрационные образцы композитных аэрокосмических конструкций различного назначения, экспериментальные образцы гибридных полимерных композиционных материалов

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые степени и звания и почетные звания, государственные награды, а также большой научно- педагогический опыт в области проектирования, производства и испытания объектов аэрокосмической техники - доктор технических наук, заведующий кафедрой «Ракетно-космические композитные конструкции» МГТУ им. Н.Э. Баумана, ассистенты кафедры:

Резник Сергей Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой СМ13 «Ракетно-космические композитные конструкции», Почетный работник высшего профессионального образования РФ.

Агеева Татьяна Геннадьевна - ассистент кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» (СМ13) МГТУ им. Н.Э. Баумана.

К проведению практических занятий привлекаются молодые преподаватели – ассистенты кафедры Новиков Андрей Дмитриевич, Петров Никита Михайлович.

Автор(ы) программы:

Резник С.В., д.т.н., проф

расшифровка подписи автора

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива Мероприятия № 8, Начальник отдела взаимодействия с профильными школами

Центра довузовской подготовки

МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова расшифровка подписи

«<u>*O*</u>у» <u>*O*</u> 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА КУРСОВОГО ЦИКЛА ПО ВЫБОРУ

МАТЕМАТИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА СЛУЖБЕ ИНЖЕНЕРА

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ» для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Быков Никита Валерьевич, к.т.н., старш. преп. Власова Наталья Сергеевна, ассист.

Москва, 2016 г.

І. ОБШАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа выполнена в рамках образовательного проекта Департамента образования города Москвы «Инженерный класс в московской школе». *Курсовой цикл* предназначен для обучающихся 9-11 классов и призван показать значение математики и программирования в приложении к одной из важнейших областей инженерной деятельности: разработке современных отечественных образцов вооружения.

В курсовом цикле приводится обоснование необходимости применения аппарата теории вероятностей и математической статистики в сочетании с инструментами языка программирования *Python* при решении инженерных задач проектирования и эксплуатации ракетного и стрелкового оружия.

Актуальность курсового цикла заключается в формировании у обучающихся представлений об использовании школьных знаний по математике и программированию при решении определенного типа инженерных задач, связи между теоретическими знаниями и их практическим применением. Кроме того, обучающиеся углубляют свои знания в области теории вероятностей, получают новые знания по основам математической статистики на примере решения практических задач в области проектирования вооружения, а также получают первичные навыки программирования на языке высокого уровня *Python*.

Особенностью курсового цикла является практическое знакомство обучающихся с реальными образцами ракетного и стрелково-пушечного вооружения в лабораториях ракетного и автоматического оружия кафедры СМ-6 МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе кафедры СМ-6 с использованием современных программных средств и позволяют обучающимся применить полученные теоретические знания при самостоятельном решении математически сформулированных инженерных задач средствами программирования на языке *Python* под руководством преподавателей МГТУ им. Н.Э. Баумана..

Результатом обучения по данной программе является формирование у обучающихся четких представлений о таких разделах математики, как теория вероятностей и математическая статистика, а также о программировании на языке *Python* для решения инженерных задач, связанных с проектированием современных образцов вооружения и военной техники.

Ключевые слова: профильное инженерно-техническое обучение, интеллектуально-развивающая среда профильного обучения, прикладные свойства теоретических зависимостей, современные инженерные технологии, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в московской школе», практико-ориентированное обучение, научно-учебный центр, экспериментальное исследование на кафедрах и в лабораториях, деятельностно-компетентностный подход к обучению школьников, взаимодействие с профессорско-преподавательским составом Университета, интеграция лекций, практических занятий и проектно-исследовательской деятельности, получение и анализ полученных результатов, коллоквиум, метапредметные связи, формирование компетенций школьников в области информационно-коммуникативного использования математических моделей и программирования, развитие познавательных интересов, изучение достижений современной науки и техники.

- **1.2.** Категория обучающихся: учащиеся 9-11 классов образовательных организаций города Москвы, работающих по программам инженерно-технического обучения.
- 1.3. Цель программы: формирование у обучающихся целостных представлений о роли и способах использования математики и программирования при решении определенного класса инженерных задач в области разработки современных систем вооружения.

1.4. Задачи программы:

- ознакомление обучающихся с образцами вооружения для формирования представлений об инженерных задачах, возникающих в процессе проектирования и эксплуатации военной техники;
- выработка у обучающихся представлений о практическом применении аппарата теории вероятностей и математической статистики при решении инженерных задач, роли и месте инженерных допущений;
- овладение умением программирования задач на языке *Python*;
- овладение навыками анализа и обработки случайных данных на примере обработки результатов стрельбы с использованием аппарата математической статистики и средств программирования на языке *Python*.

1.5 Трудоемкость обучения:

- срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели;
- из них контролируемая самостоятельная работа обучающихся под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э. Баумана – 4 аудиторных часа.
- **1.6. Режим занятий** 3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, октябрь-ноябрь.
- **1.7.** Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

II. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

- **2.1.** Знать: основные математические зависимости и теоретические положения разделов курса.
- **2.2.** Уметь: анализировать информацию, полученную в ходе обработки случайных данных, и обрабатывать их средствами программирования.
 - 2.3. Приобрести навыки: программирования и решения задач по разделам курса.
- **2.4.** Владеть компетенциями: учебно-познавательными, информационными, коммуникативными, компетенции личностного самосовершенствования.
- **2.5.** Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой индивидуального проекта, результаты текущего рубежного контроля (в форме теста).

ІІІ. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Виды занятий	Объем занятий (час.)
1.	Научные лекции	4

2.	Практические занятия в лабораториях ракетного и ствольного оружия кафедры СМ-6 «Ракетные и импульсные системы» и в лаборатории САПР кафедры СМ-6 «Ракетные и импульсные системы»	4
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы	3
4.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1
ВСЕГО		12

3.2. Тематический учебный план

$N_{\underline{0}}$	Наименование темы		В том ч			
п/п		Всего часов	Лекции*	Научный практикум**	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контро ля
1.	Введение в оборонную технику. Задачи оценки эффективности и надежности систем вооружения. Элементы теории вероятностей.	3	1	2	0	Блиц- опрос
2.	Элементы теории стрельбы. Вероятности попадания и поражения цели при стрельбе. Случайные события и элементы математической статистики.	3	2	I	0	Блиц - опрос
3.	Моделирование результатов стрельбы программными средствами. Решение задач по основам теории вероятностей и математической статистики средствами программирования.	3	1	I	1	Тест
4.	Проектно-исследовательская работа школьников.	2	0	0	2	Опрос
5.	Итоговое мероприятие - коллоквиум.	1	0	0	1	Защита проекта
ВСЕГО)	12	4	4	4	

^{* -} изучение теоретических зависимостей и их прикладных свойств по тематике цикла

3.3. Учебная программа

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проектов обучающихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательских проектов обучающихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
Мато	ематика и программирование на	а службе инженера (12 часов)
1.	Практическое занятие 1. Введение в оборонную технику. Задачи оценки надежности и эффективности	Введение в оборонную технику. Ознакомление обучающихся с легендарными образцами ракетного оружия, стоявшего на вооружении в СССР и РФ: ракетами «воздух-воздух», противотанковыми и

^{** -} научный практикум может включать семинарские занятия, деловые и ролевые игры с моделированием изучаемых процессов, работу на современном лабораторном оборудовании

	вооружения. (1 час)	зенитными управляемыми ракетами. Ознакомление обучающихся с уникальными образцами отечественного стрелково-пушечного оружия: автоматическими пушками авиационного, морского и наземного базирования. Знакомство обучающихся с
		инженерными задачами, которые возникают в процессе проектирования и эксплуатации ракетных и ствольных систем: задачами оценки надежности и эффективности разрабатываемых систем вооружения. Обоснование необходимости применения аппарата теории вероятностей и математической статистики в сочетании с инструментами языка программирования Рython при решении подобного рода задач.
2.	Лекция 1. Введение в теорию вероятностей. Частота и вероятность. Надежность системы. (1 час)	Введение в теорию вероятностей. Теория вероятностей как раздел математики, применяемый для решения прикладных задач в инженерной практике. История возникновения теории вероятности. Связь теории вероятности с другими разделами математики. Основные определения элементарной теории вероятности. Частота событий. Понятие о вероятности. Геометрическое определение вероятности. Понятия достоверных, невозможных и случайных событий. Совместные и несовместные события. Зависимые и независимые события. Основные правила вычисления вероятностей. Понятие надежности элемента технической системы. Вероятность отказа. Надежность сложной системы.
3.	Программирование задач теории вероятностей средствами языка <i>Python</i> (часть 1).	Изучение элементарных основ программирования на языке <i>Python</i> на примерах решения задач по теории вероятности (раздел «Частота и вероятность»). Изучение основных вычислительных операций (сложение, вычитание, умножение, деление) и применение вычислительных последовательностей с использованием циклов с операторами <i>if</i> , <i>while</i> , <i>for</i> на примерах решения простых задач расчета вероятностей. Закрепление основных математических зависимостей текущего раздела теории вероятностей с помощью программирования на языке <i>Python</i> . Проведение блиц-опроса по изученной теме.
3.	Лекция 2. Элементы теории стрельбы. Вероятности попадания и поражения цели при стрельбе. Случайные события и элементы математической статистики. (2 часа)	Элементы теории стрельбы. Вероятности попадания и поражения цели при стрельбе. Понятие случайного события и случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Законы распределения дискретной случайной величины. Понятие среднего значения (математического ожидания). Свойства математического ожидания. Отклонение случайной величины от среднего значения (среднеквадратическое отклонение). Дисперсия случайной величины. Свойства дисперсии. Закон больших чисел. Элементы математической статистики. Понятия выборки и генеральной совокупности. График

		распределения выборки. Числовые характеристики выборки. Алгоритмы обработки результатов экспериментов на примере стрельб.
4.	Практическое занятие 2. Программирование задач теории вероятностей средствами языка <i>Python</i> (часть 2) (1 час)	Изучение элементарных основ программирования на языке <i>Python</i> на примерах решения задач по теории вероятности (раздел «Случайные величины и элементы математической статистики»). Закрепление основных математических зависимостей текущего раздела теории вероятностей с помощью программирования на языке <i>Python</i> . Расчет математического ожидания и дисперсии случайной величины на примерах. Графическое представление законов распределения случайных величин средствами языка <i>Python</i> . Проведение блиц-опроса по изученной теме.
	Лекция 3. Элементы теории боевой эффективности вооружения и военной техники. (1 час)	Элементы теории боевой эффективности вооружения и военной техники. Теория вероятностей и математическая статистика как основа теории боевой эффективности вооружения и военной техники. Знакомство с основными задачами теории эффективности вооружения и военной техники: эффективность при стрельбе очередью; моделирование боевых действий, уравнение Ланчестера; дуэльный бой двух единиц боевой техники.
5.	Практическое занятие 3. Моделирование результатов стрельбы программными средствами. Решение задач по основам теории вероятностей и математической статистики средствами программирования. (1 час)	Итоговое практическое занятие. Использование датчика псевдослучайных чисел, встроенного в среду программирования <i>Python</i> , для генерирования случайных данных. Генерирование равномерно распределенной случайной величины с помощью языка <i>Python</i> . Методы генерации случайных величин, распределенных по заданному закону, с помощью <i>Python</i> . Решение задач по основам математической статистики на языке <i>Python</i> . Моделирование результатов стрельб программными средствами. Определение числовых характеристик выборки, полученной в результате моделирования результатов стрельб. Расчет оценок для математического ожидания и дисперсии выборки. Проведение теста по изученным темам.
6.	Проектно- исследовательская работа обучающихся по темам курса. (3 часа)	При выполнении учащимися проектно- исследовательской работы используются следующие образовательные технологии: использование проектных методов обучения с помощью индивидуальных заданий; обучение в сотрудничестве посредством командной работы обучающихся; применение информационно-коммуникативных технологий в процессе освоения теоретического и практического материала. Содержание проектно-исследовательской работы включает в себя выполнение индивидуальных и групповых заданий в части программирования задач по основам теории вероятностей и математической статистики.

7.	Итоговое мероприятие	_	Подведение	итогов	работы	ПО	практи	ико-
	коллоквиум		ориентировани	ному і	циклу	«Матем	иатика	И
	(1 yac)		программиров	зание на сл	ужбе инж	енера».	Обсужде	ние
			полученных в	результат	е проектно	о-исслед	довательс	ких
			работ результа	атов. Защит	га проекто	В.		

3.4. Список тем исследовательских проектов

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
1	Обработка 15 результатов стрельб и определение основных характеристик выборки. Оценка эффективности образца.	Целью проекта является анализ результатов стрельб, моделируемых с помощью датчиков случайных чисел, и их обработка средствами математической статистики с целью получения оценок выборки с использованием языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образца стрелково-пушечного вооружения.
2	Обработка 20 результатов стрельб и определение основных характеристик выборки. Оценка эффективности образца.	Целью проекта является анализ результатов стрельб, моделируемых с помощью датчиков случайных чисел, и их обработка средствами математической статистики с целью получения оценок выборки с использованием языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образца стрелково-пушечного вооружения.
3	Обработка 10 результатов стрельб и определение основных характеристик выборки. Оценка эффективности образца.	Целью проекта является анализ результатов стрельб, моделируемых с помощью датчиков случайных чисел, и их обработка средствами математической статистики с целью получения оценок выборки с использованием языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образца стрелково-пушечного вооружения.
4	Обработка 30 результатов стрельб и определение основных характеристик выборки. Оценка эффективности образца.	Целью проекта является анализ результатов стрельб, моделируемых с помощью датчиков случайных чисел, и их обработка средствами математической статистики с целью получения оценок выборки с использованием языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образца стрелково-пушечного вооружения.
5	Обработка 35 результатов стрельб и определение основных характеристик выборки. Оценка эффективности образца.	Целью проекта является анализ результатов стрельб, моделируемых с помощью датчиков случайных чисел, и их обработка средствами математической статистики с целью получения оценок выборки с использованием языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образца стрелково-пушечного вооружения.
6	Обработка 18 результатов стрельб и определение основных характеристик выборки. Оценка эффективности образца.	Целью проекта является анализ результатов стрельб, моделируемых с помощью датчиков случайных чисел, и их обработка средствами математической статистики с целью получения оценок выборки с использованием языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образца стрелково-пушечного вооружения.

	Обработка 21 результатов	Целью проекта является анализ результато
7	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствами
	эффективности образца.	математической статистики с цельн
		получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образц
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 23 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
8	эффективности образца.	математической статистики с целы
	1	получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образи
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 27 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
9	эффективности образца.	математической статистики с цель
	Specimonoeth oopasia.	получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образь
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 29 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
10	эффективности образца.	математической статистики с цель
10	эффективности образца.	получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образі
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 24 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
11	эффективности образца.	математической статистики с цель
	1 1	получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образі
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 31 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
12	эффективности образца.	математической статистики с цель
		получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образи
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 33 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
13	эффективности образца.	математической статистики с цель
		получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образи
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 34 результатов	Целью проекта является анализ результато
14	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	
		1 or annual moon, it is oopdoorka epederban

	эффективности образца.	математической статистики с целью
	эффиналичий ээризжи	получения оценок выборки с использованием
		языка Python. Оценка эффективности образца
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 36 результатов	Целью проекта является анализ результатов
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчиков
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствами
15	эффективности образца.	математической статистики с цельк
		получения оценок выборки с использованием
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образц
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 38 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам:
16	эффективности образца.	математической статистики с цельн
		получения оценок выборки с использованием
		языка Python. Оценка эффективности образц
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 39 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
17	эффективности образца.	математической статистики с цельн
		получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образц
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 41 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
18	эффективности образца.	математической статистики с целы
		получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образи
	07. 7. 14	стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 14 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных характеристик выборки. Оценка	стрельб, моделируемых с помощью датчико
19	эффективности образца.	случайных чисел, и их обработка средствам математической статистики с целы
19	эффективности образца.	получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образи
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 45 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
20	эффективности образца.	математической статистики с целы
		получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образи
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 43 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
2.1	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
21	эффективности образца.	математической статистики с целы
	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образц

		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 48 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
22	эффективности образца.	математической статистики с цельн
		получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образц
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 49 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
23	эффективности образца.	математической статистики с целы
		получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образи
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 50 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
2.4	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
24	эффективности образца.	математической статистики с целы
		получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образи
	Обработка 57 результатов	стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 57 результатов стрельб и определение основных	Целью проекта является анализ результато стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
25	эффективности образца.	математической статистики с цель
20	эффективности образца.	получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образь
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 62 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствам
26	эффективности образца.	математической статистики с цель
		получения оценок выборки с использование
		языка Python. Оценка эффективности образи
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 52 результатов	Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб. моделируемых с помощью датчико
27	характеристик выборки. Оценка	елучайных чисел, и их обработка средствам
27	эффективности образца.	математической статистики с цель
		получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образи
	Обработка 53 результатов	стрелково-пушечного вооружения. Целью проекта является анализ результато
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчико
	характеристик выборки. Оценка	стрелью, моделируемых с помощью датчико случайных чисел, и их обработка средствам
28	эффективности образца.	математической статистики с цель
	эффективности образца.	получения оценок выборки с использование
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образи
		стрелково-пушечного вооружения.
29	Обработка 59 результатов	Целью проекта является анализ результато

	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствами
	эффективности образца.	математической статистики с целью
		получения оценок выборки с использованием
		языка Python. Оценка эффективности образца
		стрелково-пушечного вооружения.
	Обработка 13 результатов	Целью проекта является анализ результатов
	стрельб и определение основных	стрельб, моделируемых с помощью датчиков
	характеристик выборки. Оценка	случайных чисел, и их обработка средствами
30	эффективности образца.	математической статистики с целью
		получения оценок выборки с использованием
		языка <i>Python</i> . Оценка эффективности образца
		стрелково-пушечного вооружения.

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Практическое выполнение слушателями учебно-
инновационно-творческой компетенции	исследовательских работ под руководством
обучающихся инженерных классов.	преподавателей Университета.
Задание по развитию экспериментально-	Практическое занятие по освоению навыков
исследовательской компетенции	обработки экспериментальных данных, полученных
обучающихся инженерных классов.	на лабораторном оборудовании МГТУ им.
	Н.Э.Баумана.

3.6. Рекоменлуемая литература

3.6.	Рекомендуемая литера	rypa
1.	Основная	1. Тарасов Л.В. Закономерности окружающего мира. Книга 1. Случайность, необходимость, вероятность. М.: Физматлит, 2004 384 с. 2. Мордкович А.Г. События. Вероятности. Статистическая обработка данных: Доп. параграфы к курсу алгебры 7-9 кл. общеобразоват. учреждений / А.Г. Мордкович, П.В. Семенов. М.: Мнемозина, 2008 112 с. 3. Лутц М. Изучаем Python. 4-е изд. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 1280 с. 4. Прохоренок Н. Python 3 и PyQT. Разработка приложений. СПб.: БХВ-Петербург. 2012. 704 с. 5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: КноРус, 2010. 480 с.
2.	Дополнительная	1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и её инженерные приложения. М.: КноРус, 2016. 480 с. 2. Саммерфильд М. Программирование на Python 3. Подробное руководство. СПб.: Символ-плюс. 2009. 608 с. 3. Мостеллер Ф. Пятьдесят занимательных вероятностных задач с решениями. М.: Наука, 1975 112 с. 4. Бродский Я.С. Статистика. Вероятность. Комбинаторика . М.: ООО «Издательство Оникс» : ООО «Издательство «Мир и образование», 2008. – 544 с. 5. Лютикас В.С. Школьнику о теории вероятностей: Учеб. пособие по факультативному курсу для обучающихся 8-10 классов. М.: Просвещение, 1983 127 с.
3.	Электронные ресурсы	1. Интерактивный учебник языка Python (URL: http://pythontutor.ru). 2. Курс по теории игр на портале Открытое образование (URL: http://openedu.ru/course/mipt/GAMETH). 3. Курс по теории вероятностей на портале Открытое образование

(URL: http://openedu.ru/course/mipt/PROBTH/).
4. Проект «Электронный учебник по языку программирования
Python» (URL: http://younglinux.info/book/export/html/432).
5. Учебник по теории вероятности онлайн (URL:
http://www.matburo.ru/tv_book.php).

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующая форма педагогического контроля обучающихся: блиц-опрос, тест, опрос. Итоговый контроль — коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия, оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, лабораторное и технологическое оборудование кафедры «Ракетные и импульсные системы», а также образцы отечественного ракетного и автоматического оружия.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В выполнении программы участвуют молодые кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые степени, а также научно-педагогический опыт в области информационных технологий, компьютерного моделирования, автоматизированного проектирования.

Автор(ы) программы:

<u>Быков Н.В., к.т. н., ст.пр.</u>

расшифровка подписи автора

Власова Н.С., ассист.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель

научно-образовательного коллектива

Мероприятия № 8.

Начальник отдела взаимодействия с профильными школами

Центра довузовской подготовки

МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова

расшифровка подписи

«05» 09 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)



ПРОГРАММА КУРСОВОГО ЦИКЛА ПО ВЫБОРУ

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ»

для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы):

Копытов Д.О., директор Учебно-методического центра Минобрнауки России при МГТУ им. Н.Э. Баумана по оценке степени защищенности сферы деятельности Минобрнауки России от чрезвычайных (кризисных) ситуаций, повышению квалификации руководителей, специалистов мобилизационных органов, гражданской обороны, преподавателей в области техносферной безопасности, старший преподаватель кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Москва, 2016 г.

І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа разработана в рамках образовательного проекта «Инженерный класс в московской школе». Программа направлена на ознакомление обучаемых с опасностями техносферы, производственной среды, средствами снижения рисков жизнедеятельности человека, современными системами автоматизированного проектирования (САПР) и специальным программным обеспечением (СПО), используемыми при проведении научных исследований и обучении в области техносферной безопасности для повышениях мотивации учащихся к получению инженерной профессии применением практико-ориентированного обучения интеграцией лекций, практических занятий и проектно-исследовательской деятельности под руководством профессорско-преподавательского состава Университета с использованием лабораторной базы кафедры «Экология и промышленная безопасность», развитием познавательных интересов, изучением современных достижений науки, формированием компетенций учащихся в области техносферной безопасности.

Ключевые слова: профильное инженерно-техническое обучение, учащиеся инженерных классов московских школ, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в московской школе», практико-ориентированное обучение, деятельностно-компетентностный подход к обучению школьников, коллоквиум, метапредметные связи, техносфера, техногенные и природные риски, чрезвычайные ситуации, трехмерный принтер, трехмерная модель виртуального города, техносферная безопасность, средства защиты, безопасное поведения в условиях производственной среды.

- 1.2. Категория обучающихся: учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- 1.3. Цель программы: на основе деятельностно-компетентностного подхода, с использованием интеллектуально-развивающей среды профильного обучения, созданной на кафедре «Экология и промышленная безопасность» Университета по направлению «Техносферная безопасность» повысить мотивацию учащихся профильных инженерных классов московских школ к получению инженерной профессии в области обеспечения комплексной безопасности, анализа и управления техногенными и природными рисками.

1.4. Задачи программы:

- 1) ознакомление с опасностями техносферы, основными понятиями в области безопасности, методами и средствами снижения рисков в условиях города и в бытовой среде, задачами специалистов в области безопасности, областях их деятельности, содержании и структуре обучения;
- 2) ознакомление с вопросами безопасности производственной среды, наиболее распространенными опасными и вредными факторами их влиянием на здоровье человека, основными методами измерения и контроля опасных и вредных производственных факторов, а также методами защиты человека от производственных факторов;
- 3) ознакомление с современными видами САПР, основанных на принципах твердотельного моделирования, используемых при обеспечении научных исследований и обучении в области техносферной безопасности, формирование умений создания объемных моделей простых геометрических тел и их печати с помощью трехмерного принтера;
- 4) ознакомление с современным СПО Научно-учебного центра управления в кризисных ситуациях (НУ ЦУКС) МГТУ им. Н.Э. Баумана, используемым при подготовке специалистов по обеспечению комплексной безопасности населения и территорий в чрезвычайных ситуациях (ЧС), анализу и управлению техногенными и природными рисками.

- **1.5** Трудоемкость обучения: срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели, из них контролируемая самостоятельная работа обучающихся по темам проектов под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э. Баумана 4 аудиторных часа.
- 1.6. Режим занятий: 3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, октябрь-ноябрь.
- 1.7. Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

II. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

2.1. Знать:

- 1) основные понятия в области безопасности, структуру техносферы, исторические аспекты формирования общества и становление проблем техносферной безопасности, функции и задачи специалистов в области безопасности, области их деятельности;
- 2) опасности производственной среды, опасные и вредные факторы, их влияние на здоровье и работоспособность человека, нормирование опасных и вредных производственных факторов, методы и средства их контроля и защиты человека;
- 3) возможности современных САПР, используемых при обеспечении проведения научных исследований и обучения в области техносферной безопасности, основные принципы создания твердотельных моделей;
- 4) основные возможности СПО НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана, применяемого при подготовке специалистов по обеспечению комплексной безопасности населения и территорий в чрезвычайных ситуациях, анализу и управлению техногенными и природными рисками.

2.2. Уметь:

- 1) анализировать и оценивать опасности техносферы на бытовом уровне;
- 2) анализировать опасные и вредные факторы производственной среды и определять методы и средства защиты;
- 3) создавать трехмерные модели простых геометрических тел в САПР SolidWorks, генерировать чертежи простых геометрических тел с учетом требований ЕСКД;
- 4) принимать и классифицировать информацию о ЧС, оценивать комплексный риск в городе с помощью географической информационной системы.

2.3. Приобрести навыки:

- 1) определения безопасного поведения и способов деятельности на бытовом уровне:
- 2) определения безопасного поведения в условиях производственной среды;
- 3) работы в САПР SolidWorks и печати созданных моделей с помощью трехмерного принтера;
- 4) визуализации последствий ЧС с помощью инструментария трехмерной модели виртуального города, организации ликвидации последствий ЧС с помощью виртуального тренажера по подготовке специалистов МЧС России.

2.4. Владеть компетенциями:

- 1) способность определять опасности и готовностью ее обеспечивать;
- 2) умение анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания, предотвращать возможные негативные последствия;
- 3) способность осознанно представлять этапы современной проектно-конструкторской деятельности:
- 4) способность использования основных программных средств, способностью использовать приобретенные организационно-управленческие навыки в своей деятельности.

2.5. Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы:

- 1) результаты блиц-опросов по каждой теме программы в форме тестирования с использованием тестового модуля Управляющей системы специального программного обеспечения Научно-учебного центра управления в кризисных ситуациях кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана;
- 2) коллоквиум с защитой выполненных проектно-исследовательских работ в области техносферной безопасности.

ІІІ. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Виды занятий	Объем занятий (час.)	
1.	Научные лекции	4	
2.	Практические занятия в лабораториях, классе компьютерного проектирования Научно-учебном центре управления в кризисных ситуациях кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана		
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы (проекта)	3	
4.	Итоговое мероприятие - коллоквиум		
BCE	ΓΟ	12	

3.2. Тематический учебный план

	Наименование темы	Всего часов				
№ п/п			Лекции*	Научный практикум**	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Безопасность человека в техносфере	3	1	1	1	Блиц-опрос- тестирование
2.	Опасности производственной среды, методы и средства защиты	3	1	I	I	Блиц-опрос- тестирование
3.	Основы современной проектно- конструкторской деятельности в области техносферной безопасности	3	1	1	1	Блиц-опрос- тестирование
4.	Использование СПО НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана для обучения специалистов в области техносферной безопасности	2	I	1		Блиц-опрос- тестирование
5.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1			1	Защита работы (проекта)
BCEI	70	12	4	4	3	

3.3. Учебная программа

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
	Тема 1. Беза	опасность человека в техносфере (3 часа)
1.	Лекция 1. Понятие техносферной безопасности и ее роль в современном мире 1 час	На лекции будут рассмотрены вопросы, характеризующие безопасности как одну из основных потребностей человека, примеры систем «человек - среда обитания»: производственная, городская, бытовая, природная среда; взаимодействие человека со средой обитания; понятия «опасность», «безопасность»; виды опасностей: природные, антропогенные, техногенные; системы безопасности; экологическая, промышленная, производственная безопасности; вред, ущерб, риск — виды и характеристики; значение безопасности в современном мире; причины проявления опасности; роль человеческого фактора в причинах реализации опасностей; место и роль безопасности в предметной области и профессиональной деятельности; понятие техносферы; структура техносферы и ее основных компонентов; этапы формирования техносферы; современное состояние техносферы и техносферной безопасности; критерии и параметры безопасности техносферы и ее отдельных компонентов.
2.	Практическое занятие 1. Оценка опасностей современного города: измерение уровней параметров среды в помещении 1 час	В ходе практического занятия обучаемые с помощью лабораторного оборудования и установок кафедры: - определят основные опасности места своего проживания, с помощью преподавателя предложат способы снижения их уровня; - измерят гамма излучение в помещении; - установят содержание газа радон в помещении; - измерят микроклиматические параметры учебных аудиторий кафедры; - измерят искусственную освещенность рабочих мест в учебных аудиториях кафедры; - измерят естественную освещенность на рабочих местах в учебных аудиториях кафедры.
3.	Проектно-исследовательская работа (проект). Занятие 1. 1 час	При проведении занятия по разработке проектно-исследовательского работы (проекта) планируется использовать технология контекстного практико-ориентированного, проблемного, эвристического обучения. В процессе выполнения проектно-исследовательской работы (проекта) обучаемые осуществят подготовку научно-исследовательских реферативных работ по следующим темам: - анализ влияния шума на здоровье человека; - анализ методов снижения шума: - анализ влияния электрического тока на здоровье человека; - исследование средств индивидуальной защиты человека от поражения электрическим током; - исследование влияния вибрации на здоровье человека; - анализ средств и методов защиты человека от вибрации; - исследование влияния тепловых излучений на организм человека; - исследование средств защиты от тепловых излучений; - анализ вредного воздействия производственных объектов на водные объекты;

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
		 исследование средств очистки сточных вод; исследование микроклиматических параметров воздуха и их влияние на работоспособность и здоровье человека; анализ опасных и вредных факторов, действующих на человека; анализ влияния опасных и вредных факторов на организм человека и на его работоспособность; перспективные методы и средства защиты от различных опасных и вредных факторов; анализ влияния загрязнений на водные объекты; разработка технологической схемы очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов по предложенным заданиям индивидуальным заданиям. Блиц-опрос-тестирование по материалы темы 1 с использованием тестового модуля Управляющей системы СПО НУ ЦУКС
	Тема 2. Опасности произо	водственной среды, методы и средства защиты (3 часа)
4.	Лекция 2. Идентификация опасностей, методы и средства защиты 1 час	В ходе лекции обучаемым будет представлена следующая информация, посвященная: - классификации негативных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения; - вредных и опасных негативных факторов; - системах восприятия и компенсации организмом человека вредных факторов среды обитания; - предельно допустимым уровнях вредных факторов среды обитания; - методам контроля и мониторинга опасных и негативных факторов; - методам защиты от вредных веществ, физических полей, информационных потоков, опасностей биологического и психологического происхождения; - общим характеристикам и классификации защитных средств; - видам и условиям трудовой деятельности; - классификации условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса; - классификации условий труда по факторам производственной среды; - принципам, методам и средствам организации комфортных условий жизнедеятельности.
5.	Практическое занятие 2. Изучение методов и средств измерений и контроля опасных и вредных производственных факторов 1 час	В ходе практических занятий обучаемые самостоятельно проведут на лабораторном оборудовании кафедры под руководством преподавателя следующие исследования и опыты: - исследование влияния стробоскопического эффекта на безопасность человека; - анализ влияния вибрации на работоспособность человека (измерение вибрации их сравнение с предельно допустимыми уровнями); - влияние шума на здоровье человека (измерение уровней звукового давления и их сравнение с предельно допустимыми уровнями воздействия); - измерение теплового излучения и оценка его влияния на человека; - очистка сточной воды загрязненной взвешенными веществами и нефтепродуктами; - изучение конструкции установок мембранной очистки воды; - измерение лазерного излучения; - измерение инфракрасного излучения и оценка его влияния на организм человека.
6.	Проектно-исследовательская работа (проект). Занятие 2. 1 час	В ходе второго занятия обучаемые продолжат проведение исследовательской работы по выбранным темам. Блиц-опрос-тестирование по материалы темы 2 с использованием тестового модуля Управляющей системы СПО НУ ЦУКС

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательских просктов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
		менной проектно-конструкторской деятельности и техносферной безопасности (3 часа)
7.	Лекция 3. Применение современных САПР для обеспечения проведения научных исследований и поддержки образовательного процесса в области техносферной безопасности 1 час	На лекции будут рассмотрены вопросы, характеризующие современную инженерную (проектно-конструкторскую) деятельность - этапы создания 3D модели изделия и визуализация модели с помощью 3D принтера: - история применения САПР в области техносферной безопасности; - основные сведения о полном цикле инженерного компьютерного проектирования и сопровождения изделий на всех этапах жизненного цикла (разработка, изготовление, эксплуатация, утилизация); - цели применения, задачи, возможности, классификация, интерфейс современные САПР, нашедших широкое применение при проведении исследований в области техносферной безопасности; - САD (Computer-Aided Design) — двух и трехмерное моделирование геометрических объектов; - основные принципы современного твердотельного моделирования; - разработка эскиза для построения трехмерной модели; - создание объемной модели на основании разработанного эскиза; - создание трехмерной сборочной единицы (узла) на основании трехмерных моделей детали; - генерация чертежей в САПР SolidWorks.
8.	Практическое занятие 3. Знакомство интерфейсом и рабочими инструментами САПР SolidWorks, практическая работа в среде проектирования 1 час	Практическое ознакомление с интерфейсом САПР SolidWorks: - работа с панелью задач; - основы работы с деревом конструирования; - использование менеджеров свойств и команд, строки меню, панели инструментов, графической области, строки состояния; - создание трехмерной объемной твердотельной модели простых геометрических тел; - наложение взаимосвязей; - полное определение эскиза; - разрешение конфликтов в эскизе; - добавление и скругление фасок; - использование команд отрисовки массивов; - использование сплайна; - создание трехмерных эскизов; - основные принципы построения деталей; - создание сборок; - генерация чертежей простых геометрических тел - выполнение инженерных расчетов; - печать разработанного изделия на 3D принтере.
9.	Проектно-исследовательская работа (проект). Занятие 3. 1 час	В ходе третьего занятия обучаемые продолжат проведение исследовательской работы по выбранным темам. Блиц-опрос-тестирование по материалы темы 3 с использованием тестового модуля Управляющей системы СПО НУ ЦУКС
		ование СПО НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана истов в области техносферной безопасности (3 часа)
10.	Лекция 4. Возможности СПО НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана 1 час	На лекции будут рассмотрены основные возможности СПО НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана при обучении слушателей по направлениям комплексная безопасность и управление рисками: 1) управляющей системы в составе модулей: - администрирования; - управления визуализацией; - загрузки и запуска трехмерных моделей; - просмотра учебных материалов; - работы с картографией; - тестирования;

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся	Содержание лекций, практических занятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
		2) программного обеспечения автоматизированных рабочих мест должностных лиц оперативно-дежурной смены в составе модулей: - приема и классификации информации о ЧС; - учета ЧС; - технологическая карта; - выполняемые операции; - метеообстановка; - карта; - ущерб; 3) программного комплекса оценки комплексного риска на основе геоинформационной системы в составе модулей: - взрывы; - пожары; - аварии на химически опасных объектах; - аварии на радиационно опасных объектах; - аварии на гидродинамически опасных объектах; - распространения лесных пожаров; - наводнения.
11.	Практическое занятие 4. Визуализация и ликвидация последствий ЧС / час	Практическое ознакомление с интерфейсом Трехмерной модели виртуального города для визуализации ЧС: - управление визуализацией ЧС; - визуализация взрывов; - визуализация пожаров в здании; - визуализация наводнений; - визуализация последствий аварий на химически опасных объектах. Самостоятельная практическая работа с Трехмерной моделью виртуального города для визуализации ЧС. Практическое ознакомление с интерфейсом Программного комплекса для подготовки специалистов по применению сил и средств при ликвидации последствий ЧС: - запуск и настройка программного комплекса под выбранный сценарий: - интерфейс, командное окно, информационный и навигационный дисплеи программного комплекса; - карта обзора; - вызов и управление техникой и личным составом подразделения; - функции должностных лиц подразделения; - организация штаба ликвидации последствий ЧС; - организация ликвидации последствий ЧС; Самостоятельная практическая работа с Программным комплексом для подготовки специалистов по применению сил и средств при ликвидации последствий ЧС в соответствии с условиями миссий: - пожар на нефтехранилище; - пожар в культурно-массовом центре; - пожар в гостинице.
12.	Итоговое мероприятие. Коллоквиум 1 час	Проведение коллоквиума, в ходе которого обучаемые: - пройдут блиц-опрос-тестирование по материалы темы 4 с использованием тестового модуля Управляющей системы СПО НУ ЦУКС - доложат результаты выполнения проектно-исследовательских работ (проектов). Подведение итогов обучения.

3.4. Список тем исследовательских работ (проектов)

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
1,	Анализ влияния шума на здоровье человека	В ходе выполнения проекта обучаемый должен провести изучения физического процесса появления нежелательных шумов на основе литературных данных, а также провести анализ принципов воздействия звуковых колебаний на здоровье человека
2.	Анализ методов снижения шума	В рамках данного проекта обучаемый изучит физические процессы снижения шума на основе литературных источников, а также проведет анализ и классификацию различных методов и материалов, предназначенных для снижения шума от различных производственных объектов
3.	Анализ влияния электрического тока на здоровье человека	В ходе выполнения проекта обучаемый должен провести изучения процессов влияния электрического тока на организм человека. Определить степени поражения человека электрическим током от различных электроустановок в бытовых условиях
4.	Исследование средств индивидуальной защиты человека от поражения электрическим током	В работе должен быть проведен анализ средств индивидуальной защиты, определена их классификация в зависимости от напряжения электроустановок для которых они применяются
5.	Исследование влияния вибрации на здоровье человека	В ходе выполнения проекта обучаемый должен провести изучения физического процесса появления вибрации на основе литературных данных, а также провести анализ принципов воздействия вибрации на здоровье человека
6.	Анализ средств и методов защиты человека от вибрации	В рамках данного проекта обучаемый изучит физические процессы снижения вибрации на основе литературных источников, а также проведет анализ и классификацию различных методов и материалов, предназначенных для снижения вибрации
7.	Исследование влияния тепловых излучений на организм человека	В ходе выполнения проекта обучаемый должен провести анализ процесса влияния тепловых излучений на здоровье человека в зависимости от интенсивности инфракрасного излучения
8.	Исследование средств защиты от тепловых излучений	В рамках проекта обучаемый должен провести анализ средств защиты человека от тепловых излучений, определить их классификацию и область применения
9.	Анализ вредного воздействия производственных объектов на водные объекты	В данной работе необходимо проанализировать степень современного воздействия производственных объектов на водные объекты, провести классификацию образующихся сточных вод и проанализировать требования к сточным водам, сбрасываемым в водные объекты
10.	Исследование способов очистки сточных вод	В ходе выполнения проекта обучаемый должен провести анализ существующих методов очистки хозяйственно бытовых сточных вод, определить преимущества и недостатки каждого из рассмотренных методов
11.	Исследование микроклиматических параметров воздуха и их влияние на работоспособность и здоровье человека	В работе обучаемый должен рассмотреть параметры микроклимата в условиях городской квартиры, их влияние на здоровье и работоспособность человека, а также методы их регулирования
12.	Создание 3D модели усеченной правильной треугольной призмы	В ходе выполнения необходимо, используя полученные знания и умения по твердотельному моделированию, создать 3D модель геометрического тела (в соответствии с выданным заданием), сгенерировать чертеж в SolidWorks

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
13.	Создание 3D модели полого шара (с Т- сквозным отверстием)	В ходе выполнения проекта необходимо, используя полученные знания и умения по твердотельному моделированию, создать 3D модель геометрического тела (в соответствии с выданным заданием), сгенерировать чертеж в SolidWorks
14.	Создание 3D модели усеченного конуса	В ходе выполнения проекта следует, используя полученные знания и умения по твердотельному моделированию, создать 3D модель геометрического тела (в соответствии с выданным заданием), сгенерировать чертеж в SolidWorks
15.	Создание 3D модели полого цилиндра	В холе выполнения проекта следует, используя полученные знания и умения по твердотельному моделированию, создать 3D модель геометрического тела (в соответствии с выданным заданием), сгенерировать чертеж в SolidWorks
16.	Создание 3D модели шара (с Т-сквозным отверстием)	В ходе выполнения проекта необходимо, используя полученные знания и умения по твердотельному моделированию, создать 3D модель геометрического тела (в соответствии с выданным заданием), сгенерировать чертеж в SolidWorks
17.	Создание 3D модели усеченной правильной четырехугольной призмы	В ходе выполнения проекта следует, используя полученные знания и умения по твердотельному моделированию, создать 3D модель геометрического тела (в соответствии с выданным заданием), сгенерировать чертеж в SolidWorks
18.	8. Создание 3D модели наклонной правильной треугольной призмы В ходе выполнения проекта следует, полученные знания и умения по твер, моделированию, создать 3D модель геоме тела (в соответствии с выданным сгенерировать чертеж в SolidWorks	
19.		
20.	Создание 3D модели полого наклонного цилиндра	В ходе выполнения проекта следует, используя полученные знания и умения по твердотельному моделированию, создать 3D модель геометрического тела (в соответствии с выданным заданием), сгенерировать чертеж в SolidWorks
21.	Создание 3D модели тора	В ходе выполнения проекта необходимо, используя полученные знания и умения по твердотельному моделированию, должен создать 3D модель геометрического тела (в соответствии с выданным заданием), сгенерировать чертеж в SolidWorks
22.	История создания системы МПВО-ГО в Советском Союзе и опыт ее применения	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить историю создания отечественной системы МПВО-ГО, опыт ее использования и на основе изученного материала, сделать предложения по развитию современной системы РСЧС
23.	Мировой и отечественный опыт ликвидация последствий техногенных аварий и катастроф в конце XX – начале XXI веков	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить мировой и отечественный опыт ликвидации последствий крупных аварий и катастроф последних лет и на основе полученных знаний еделать предложения по их ликвидации на современном этапе развития общества

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
24.	Обзор специальной техники и имущества МЧС России, предложения по их совершенствованию	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить современную спасательную технику и имущество МЧС России и на основе полученных знаний сделать свои предложения по развитию их номенклатуры и применению при ликвидации последствий ЧС
25.	Состав и функционирование спасательных формирований МЧС России и предложения по их совершенствованию	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить состав и основы функционирования спасательных формирований МЧС России и на основе приобретенных знаний сделать свои предложения по совершенствованию их организационной структуры и применению
26.	Состав и функционирование противопожарных формирований МЧС России и предложения по их совершенствованию	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить состав и основы функционирования противопожарных формирований МЧС России и на основе приобретенных знаний сделать свои предложения по совершенствованию их организационной структуры и применению
27.	Состав и функционирование Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России и предложения по его модернизации	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить состав и основы функционирования Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России и на основе полученных знаний внести предложения по совершенствованию его функционирования
28.	Порядок использования сил и средств РСЧС для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить порядок использования сил и средств РСЧС при ликвидации последствий ЧС и на основе полученных знаний сделать предложения по совершенствованию их применения
29.	Организация оповещения и информирования населения о ЧС, предложения по их совершенствованию	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить основы организации оповещения и информирования населения о ЧС и на основе этих знаний сделать свои предложения по их совершенствованию
30.	Медицинское и психологическое обеспечение мероприятий гражданской защиты и предложения по их совершенствованию	В ходе выполнения проекта обучаемый должен изучить основы медицинского и психологического обеспечения мероприятий гражданской защиты и на основе этих знаний сделать свои предложения по их совершенствованию

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию инновационно-творческой компетенции учащихся инженерных классов	Практическое выполнение слушателями учебно-проектно- исследовательских работ под руководством преподавателей кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им, Н.Э. Баумана
Задание по развитию экспериментально- исследовательской компетенции учащихся инженерных классов	Практическое занятие по освоению навыков принятия и обработки экспериментальных данных, полученных на следующем уникальном лабораторном оборудовании МГТУ им. Н.Э. Баумана . Лабораторные стенды, установки, приборы: 1. Лабораторная установка «Эффективность и качество освещения» БЖ-1 (Росучприбор); 2. Лабораторная установка «Звукоизоляция и звукопоглощение»» БЖ-2 (Росучприбор); 3. Лабораторный стенд «Защита от теплового излучения» БЖ-3 (Росучприбор); 4. Лабораторный стенд «Защита от вибрации» БЖ-4 (Росучприбор); 5. Лабораторный стенд «Защита от СВЧ-излучения» БЖ-5 (Росучприбор);

- 6. Лабораторный стенд «Электробезопасность трехфазных сетей переменного тока» БЖ-6/1 (Росучприбор);
- 7. Лабораторный стенд «Защитное заземление и зануление» БЖ-6/2 (Росучприбор):
- 8. Лабораторная установка «Методы очистки воды» БЖ-8 (Росучприбор);
- 9. Лабораторная установка «Методы очистки воздуха от газообразных примесей» БЖ-5 (Росучприбор);
- 10. Лабораторная установка «Параметры микроклимата»;
- 11. Лабораторная установка «Исследование виброизоляции ручного механизированного инструмента»;
- 12. Набор стандартных измерительных приборов для измерения параметров микроклимата (влажности психрометры, температуры термометры, скорости движения воздуха анемометры);
- 13. Стандартные измерительные приборы для измерения напряженности электрического и магнитного полей;
- 14. Стандартные измерительные приборы для измерения плотности потока энергии электромагнитного поля;
- 15. Стандартные измерительные приборы для измерения параметров освещения (люксметры, фотометры, яркомеры);
- 16. Стандартные измерительные приборы для измерения ионизирующих излучений (дозиметры гамма и рентгеновского излучения; радиометры-дозиметры степени загрязненности поверхности бета и альфа активными веществами; индикатор излучения для оперативной оценки радиационной обстановки; радиометр аэрозольно-парогазовых выбросов; радиометр газов; универсальный радиометр-дозиметр;
- 17. Стандартные измерительные приборы для измерения параметров вибрации (виброскорости и виброускорения) вибродатчики и виброметры;
- 18. Стандартные измерительные приборы для измерения параметров шума (уровня шума) микрофоны и шумомеры (портативные и стационарные);
- 19. Стандартные измерительные приборы для измерения загрязненности (загазованности и запыленности) рабочей зоны (газоанализаторы и пылемеры).

Аппаратное обеспечение – аппаратный комплекс НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана в составе подсистем:

- 1. Отображения информации;
- 2. Озвучивания;
- 3. Аудио- и видеоконференцсвязи;
- 4. Коммутации;
- 5. Управления;
- 6. Автоматизированных рабочих мест.

Программное обеспечение – программный комплекс НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана в составе:

- 1. Управляющей системы;
- 2. Программного обеспечение APM должностных лиц НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана;
- 3. Программный комплекс оценки комплексного риска в городе на основе ГИС;
- 4. Трехмерная модель виртуального города для визуализации последствий ЧС;
- 5. Программный комплекс для подготовки специалистов по применению сил и средств при ликвидации последствий ЧС.

Электронные ресурсы и программы:

- 1. Законодательная база в области техносферной безопасности;
- 2. Учебно-методические пособия в области техносферной безопасности:
- 3. Компьютерный практикум по БЖД, расчетно-моделирующие программные комплексы HAZARD, APБИТР, ТОКСИ-4, САПР SolidWorks.

3.6. Рекомендуемая литература

1.	Основная	1. Девисилов В.А. Охрана труда. Учебник. издание 5-е. 2013, Изд-во Форум. 2. Белов С.В., Девисилов В.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для среднего профессионального образования. М., Высшая школа, 2003 г. 3. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Белов С. В., Девисилов В. А., Ильницкая А. В. [и др.]; общ. ред. Белов С. В 8-е изд., стер М.: Высш. шк., 2008 615 с.: ил Библиогр. 4. Безопасность жизнедеятельности. Терминология: учеб. пособие для вузов / Белов С. В., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф.; ред. Белов С. В М.: Кнорус, 2008. 5. Смирнов А. А. Трехмерное геометрическое моделирование: учеб. пособие по курсу «Основы автоматизации проектирования» / Смирнов А.А.; МГТУ им. Н. Э. Баумана М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. 6. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / С.А. Буланенков, С.И. Воронов, П.П. Губченко и др.; Под общ. ред. М.И. Фалеева. – Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. 7. Акимов В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004.
2.	Дополнительная	1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / ЗанькоН.Г, Малаян К.Р., Русак О.Н 13 издание, исправленное СПб Москва - Краснодар: Лань, 2010. 2. Акимов В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Уч. пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. Издание 2-е, переработанное - М.: Высшая школа, 2007. 3. Анализ оценки рисков производственной деятельности. Учебное пособие / П.П. Кукин, В.Н. Шлыков, Н.Л. Пономарев, Н.И. Сердюк М.: Высшая школа, 2007. 4. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев, Н.И. Сердюк. Учебное пособие для студентов средних учебных заведений М.: Высшая школа, 2001. 5. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда. Учебное пособие для вузов. М.: ИКФ «Каталог», 2003. 6. Мюррей Д. SolidWorks: Пер / Мюррей Д М.: Лори, 2001. 7. Чура Н.Н. Техногенный риск: учебное пособие / Н.Н. Чура; под ред. В.А. Девисилова. – М.: КНОРУС, 2011.
3.	Электронные ресурсы	1. Официальный сайт МГТУ им. Н.Э. Баумана Режим доступа: www.bmstu.ru - свободный. 2. Сайт Федерального учебно-методического объединения «Техносферная безопасность и природообустройство» Режим доступа: www.yмо-тбп.рф - свободный. 3. Сайт Агентства МЧС России по мониторингу и прогнозированию ЧС Режим доступа: www.ampe.ru - свободный. 4. Официальный сайт кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана Режим доступа: http://www.mhts.ru - свободный. 5. Сайт направления подготовки «Управление рисками и защита в ЧС» кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана Режим доступа http://www.yp-э9-мгту.рф - свободный.

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующие формы педагогического контроля обучающихся:

- 1) блиц-опросы по каждой теме программы в форме тестирования с использованием тестового модуля Управляющей системы специального программного обеспечения Научно-учебного центра управления в кризисных ситуациях кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана;
- 2) итоговый контроль коллоквиум с обсуждением результатов и защитой проектно-исследовательских работ (проектов).

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, кодоскопы, кино-, теле- и аудиоаппаратуру, а так же уникальное лабораторно-экспериментальное оборудование кафедры «Экология и промышленная безопасность», Научно-учебного центра управления в кризисных ситуациях МГТУ им. Н.Э. Баумана

Лабораторные стенды, установки, приборы:

- 1. Лабораторная установка «Эффективность и качество освещения» БЖ-1 (Росучприбор);
- 2. Лабораторная установка «Звукоизоляция и звукопоглощение»» БЖ-2 (Росучприбор);
- 3. Лабораторный стенд «Защита от теплового излучения» БЖ-3 (Росучприбор);
- 4. Лабораторный стенд «Защита от вибрации» БЖ-4 (Росучприбор);
- 5. Лабораторный стенд «Защита от СВЧ-излучения» БЖ-5 (Росучприбор):
- 6. Лабораторный стенд «Электробезопасность трехфазных сетей переменного тока» БЖ-6/1 (Росучприбор):
 - 7. Лабораторный стенд «Защитное заземление и зануление»

БЖ-6/2 (Росучприбор);

- 8. Лабораторная установка «Методы очистки воды» БЖ-8 (Росучприбор);
- 9. Лабораторная установка «Методы очистки воздуха от газообразных примесей» БЖ-5 (Росучприбор);
 - 10. Лабораторная установка «Параметры микроклимата»;
- 11. Лабораторная установка «Исследование виброизоляции ручного механизированного инструмента»;
- 12. Набор стандартных измерительных приборов для измерения параметров микроклимата (влажности психрометры, температуры термометры, скорости движения воздуха анемометры):
- 13. Стандартные измерительные приборы для измерения напряженности электрического и магнитного полей:
- 14. Стандартные измерительные приборы для измерения плотности потока энергии электромагнитного поля;
- 15. Стандартные измерительные приборы для измерения параметров освещения (люксметры, фотометры, яркомеры);

- 16. Стандартные измерительные приборы для измерения ионизирующих излучений (дозиметры гамма и рентгеновского излучения; радиометры-дозиметры степени загрязненности поверхности бета и альфа активными веществами; индикатор излучения для оперативной оценки радиационной обстановки; радиометр аэрозольно-парогазовых выбросов; радиометр газов; универсальный радиометр-дозиметр;
- 17. Стандартные измерительные приборы для измерения параметров вибрации (виброскорости и виброускорения) вибродатчики и виброметры;
- 18. Стандартные измерительные приборы для измерения параметров шума (уровня шума) микрофоны и шумомеры (портативные и стационарные);
- 19. Стандартные измерительные приборы для измерения загрязненности (загазованности и запыленности) рабочей зоны (газоанализаторы и пылемеры).

Аппаратное обеспечение – аппаратный комплекс НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана в составе подсистем:

- 1. Отображения информации;
- 2. Озвучивания;
- 3. Аудио- и видеоконференцсвязи;
- 4. Коммутации;
- 5. Управления;
- 6. Автоматизированных рабочих мест.

Программное обеспечение – программный комплекс НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана в составе:

- 1. Управляющей системы;
- 2. Программного обеспечение АРМ должностных лиц НУ ЦУКС МГТУ им. Н.Э. Баумана;
- 3. Программный комплекс оценки комплексного риска в городе на основе ГИС;
- 4. Трехмерная модель виртуального города для визуализации последствий ЧС;
- 5. Программный комплекс для подготовки специалистов по применению сил и средств при ликвидации последствий ЧС.

Электронные ресурсы:

- 1. Законодательная база в области техносферной безопасности;
- 2. Учебно-методические пособия в области техносферной безопасности;
- 3. Компьютерный практикум по БЖД, расчетно-моделирующие программные комплексы HAZARD, APБИТР, ТОКСИ-4.
 - . Электронная законодательная база в области техносферной безопасности;
 - . Электронные учебно-методические пособия в области техносферной безопасности;
 - . Компьютерный практикум по безопасности жизнедеятельности;
 - . Расчетно-моделирующие программные комплексы HAZARD, AРБИТР, ТОКСИ-4.
 - Программный продукт SolidWorks.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые и почетные звания, государственные награды, а также большой научно-педагогический опыт в области «Техносферная безопасность и природообустройство»:

ТАРАНОВ Роман Александрович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Экология и промышленная безопасность», заместитель декана факультета «Энергомашиностроение» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

КОПЫТОВ Дмитрий Олегович – директор Учебно-методического центра Минобрнауки России при МГТУ им. Н.Э. Баумана по оценке степени защищенности сферы деятельности Минобрнауки России от чрезвычайных (кризисных) ситуаций, повышению квалификации руководителей, специалистов мобилизационных органов, гражданской обороны, преподавателей в

области техносферной безопасности, старший преподаватель кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В подготовке и реализации программы активное участие принимали:

ДЕВИСИЛОВ Владимир Аркадьевич – кандидат технических наук, доцент, первый заместитель заведующего кафедрой «Экология и промышленная безопасность», заместитель декана факультета «Энергомашиностроение» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Лауреат Премии Президента РФ в области образования.

СИМАКОВ Михаил Викторович – заведующий лабораторией, ассистент кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Автор(ы) программы:

Копытов Д.О., ст.пр. расшифровка подписи автора

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива Мероприятия № 8, Начальник отдела взаимодействия с профильными школами

Центра довузовской подготовки

МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова расшифровка подписи

«<u>05» 09</u> 2016 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ Первый прорект

Первый проректор-проректор по учебной работе

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Б.В. Падалкин

2016 г.

ПРОГРАММА КУРСОВОГО ЦИКЛА ПО ВЫБОРУ

ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ЦИКЛ ЗАНЯТИЙ «ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. БАУМАНСКАЯ ШКОЛА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ» для учащихся профильных инженерных классов московских школ

Автор(ы): Астрахов Алексей Витальевич, к.т.н., доцент,

Зеленцова Екатерина Валентиновна, к.т.н., доцент

Москва, 2016 г.

І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа выполнена в рамках образовательного проекта Департамента образования города Москвы «Инженерный класс в московской школе». Программа направлена на внедрение новых форм и методов обучения, его индивидуализацию, использование комплекса новейших технических средств и технологий обучения с акцентом на активные виды самостоятельной индивидуальной работы. Актуальность программы связана с необходимостью реагировать на современные вызовы и социально-экономические изменения, происходящие в мире и обществе, связанные с потребностью в новых профессиональных качествах современных специалистов: способностью быстро адаптироваться к меняющимся условиям трудовой деятельности, самообразовываться и саморазвиваться, оптимизировать энергозатраты, эффективно использовать имеющиеся ресурсы и др. Программа соответствует приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899) «Информационно-телекоммуникационные технологии» и направлена на получение знаний, умений и навыков в области создания обеспечения информационной безопасности разнородных комплексной системы инфокоммуникационных структур. Педагогическая целесообразность проекта обусловлена расширением традиционной дидактической парадигмы, ориентированной на репродуктивное обучение, наполнение ее элементами проектного инженерного образования. Отличительной особенностью программы является формирование сопряжённых между индивидуализированных образовательных траекторий школьников, реализуемых в рамках единой тематики проекта. Программа ориентирована на учащихся 8-11 классов школы и состоит из четырех взаимосвязанных этапов длительностью три академических часа каждый, требующих поочередного прохождения обучения. Ожидаемыми результатами реализации проекта на уровне учащегося является активизация мыслительной активности, укрепление межпредметных связей, формирование критического и творческого мышления, повышение мотивации к получению инженерного образований и др. Результаты освоения полученных знаний, умений и навыков будут оценены и проверены с помощью бипарадигмальной методологии, основанной на получение количественных данных тестирования и качественных экспертных оценок, что гарантирует получение объективной информации о фактическом уровне учебных достижений.

Ключевые слова: профильное инженерно-техническое обучение, учащиеся инженерных классов московских школ, профильное инженерно-техническое обучение, мотивация к получению инженерной профессии, индивидуальный проект, научно-методическая и организационная поддержка проекта «Инженерный класс в московской школе», практико-ориентированное обучение, экспериментальное исследование на кафедрах и в лабораториях, деятельностно-компетентностный подход к обучению школьников, взаимодействие с профессорско-преподавательским составом Университета, интеграция лекций, практических занятий и проектно-исследовательской деятельности, получение и анализ полученных результатов, коллоквиум, метапредметные связи, формирование компетенций школьников в области информационной безопасности, развитие познавательных интересов.

- 1.2. Категория обучающихся: учащиеся 8-11 классов образовательных организаций города Москвы, осуществляющих профильное инженерно-техническое обучение.
- 1.3. Цель программы состоит в создании базовых условий и формировании предпосылок, при которых учащиеся профильных инженерных классов будут самостоятельно и при консультативно-информационной поддержке преподавателей университета приобретать недостающие знания из разных областей науки и техники; пользоваться и закреплять приобретенные ранее знания при решении практических задач; приобретать коммуникативные навыки при работе в малых рабочих группах; развивать системное мышление, творческие способности и исследовательские умения.

1.4. Задачи программы

- оказывать содействие развитию творческих способностей и интеллекта учащегося;
- погружать учащегося в логику профессиональной деятельности, повышая его мотивацию в получении необходимых для этого знаний, умений и навыков;
- сформировать, корректировать и контролировать содержание, структуру и темп реализации индивидуального плана работы над проектом:
- обеспечить комплексный подход к получению искомых результатов проекта, дозированное и сбалансированное предоставление новой информации и практических материалов, обеспечивая комфортные условия для физиологического и психического состояния ученика;
- создать условия для осознанного усвоение новых знаний на примере их использования в решении прикладных инженерно-технических задач в области информационной безопасности и обучить учащихся получать знания через практическую деятельность.

1.5 Трудоемкость обучения:

- срок обучения 12 аудиторных часов, 4 недели;
- из них контролируемая самостоятельная работа обучающихся под руководством профессорско-преподавательского состава МГТУ им. Н.Э.Баумана 4 аудиторных часа.
- **1.6. Режим занятий** -3 аудиторных часа в день, 1 раз в неделю, октябрь-ноябрь.
- **1.7.** Форма обучения очная, без отрыва от занятий.

П. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Обучающийся, освоивший программу, должен:

2.1. Знать: основы научного стиля мышления и инженерной деятельности; последовательность и сущность умственно-практических действий, принципы формирования алгоритмических и эвристических приемов умственной деятельности при решении задач информационной безопасности.

2.2. Уметь:

- планировать и проводить этапы исследования;
- контролировать, систематизировать, анализировать и обобщать результаты практических занятий;
- формулировать гипотезу исследования и структурировать этапы выполнения индивидуального задания по проекту;
- организовать и контролировать физиологическую и психическую деятельность;
- представлять и защищать результаты выполнения индивидуального задания:
- творчески мыслить и переносить имеющиеся знания на текущее поле деятельности;
- критически оценивать результаты собственной исследовательской работы:
- использовать различные открытые источники информации, работать с литературой, осознанно воспринимать и анализировать собранные данные для достижения поставленных целей научно-творческой деятельности;
- 2.3. Приобрести навыки: самостоятельной индивидуальной, групповой и коллективной работы над проектом; актуализации собственного имеющегося опыта; субъект-субъектных от-

2.5. Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы: коллоквиум с защитой индивидуального проекта, блиц-опрос, результаты текущего рубежного контроля.

III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Учебный план

№ п/п	Виды занятий	Объем занятий (час.)	
1.	Научные лекции	4	
2.	Практические занятия в лабораториях кафедры «Защита информации» (ИУ-10) МГТУ им. Н.Э. Баумана	4	
3.	Выполнение проектно-исследовательской работы	3	
4.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1	
ВСЕГО		12	

3.2. Тематический учебный план

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	В том числе:			
			Лекции*	Научный практикум**	Выполнение проектно- исследовательской работы	Форма контроля
1.	Информационная безопасность в контексте национальной безопасности Российской Федерации	3	1	1	I	-
2.	Эволюция угроз информационной безопасности.	3	1	1	1	Блиц опрос
3.	Управление информационными рисками.	3	1	1	1	-
4.	Основы информационно- психологической безопасности	2	1	1		Рубежный контроль
5.	Итоговое мероприятие - коллоквиум	1			1	Защита проекта
ВСЕГО		12	4	4	4	

^{* -} изучение теоретических зависимостей и их прикладных свойств по тематике цикла

^{** -} научный практикум может включать семинарские занятия, деловые и ролевые игры с моделированием изучаемых процессов, работу на современном лабораторном оборудовании

3.3. Учебная программа

№ п/п	Темы лекций, практических занятий, исследовательских проекто учащихся	Содержание лекций, практических проектов практических занятий, исследовательских проектов учащихся, используемых образовательных технологий и заданий для контролируемой самостоятельной работы обучающихся; перечень рекомендуемой литературы
	Ha	звание темы (12 часов)
1.	Лекция 1. (1 час)	Информационная безопасность в контексте национальной безопасности Российской Федерации.
2.	Практическое занятие 1. (1 час)	Практическое изучение основ криптографической защиты информации. Шифр Цезаря. «Отзеркаливание» алфавита. Квадрат Полибия. Шифр Аббата Тримемиуса.
3.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой. Используется проектный подход к обучению. Школьники выполняют следующие виды работ: • анализ литературы по вопросам защиты информации. • изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, • получение индивидуальных консультаций.
4.	Лекция 2. (1 час)	Эволюция угроз информационной безопасности.
5.	Практическое занятие 2. (1 час)	Создание виртуального полигона и базовой инфраструктуры для проведения экспериментов в области безопасности компьютерных сетей.
6.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час))	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой. Используется проектный подход к обучению. Школьники выполняют следующие виды работ: анализ литературы по вопросам защиты информации. изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций.
7.	Лекция 3. (1 час)	Управление информационными рисками.
8.	Практическое занятие 3. (1 час)	Знакометво с набором инструментов тестирования безопасности дистрибутива Kali Linux.
9.	Выполнение проектно- исследовательской работы (1 час)	Работа школьников идет в командах, объединенных близкой темой. Используется проектный подход к обучению. Школьники выполняют следующие виды работ: • анализ литературы по вопросам защиты информации. • изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, • получение индивидуальных консультаций.
	Лекция 4. (1 час)	• получение индивидуальных консультации. Основы информационно-психологической безопасности.

11.	Практическое занятие 4. (1	Знакомство с принципами работы полиграфа
12.	Итоговое мероприятие -	Содержание коллоквиума (с обсуждением полученных
	коллоквиум	результатов и защитой проектов)

3.4. Список тем исследовательских проектов

№ п/п	Название темы	Краткая аннотация проекта (цели, задачи, методы исследования)
1.	Исследование принципов работы Антивируса Касперского для Windows	 Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере Антивируса Касперского для Windows Задачи: Изучение литературы в области антивирусного ПО. Изучение архитектуры заданного СЗИ. Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы конкретного СЗИ. Проведение эксперимента для оценки эффективности работы СЗИ
		Методы исследования: анализ литературы по вопросам антивируеного обеспечения, изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета — ведущих специалистов по защите информации.
2.	Исследование систем анализа уязвимостей на основе пакета MetasploitFraimwork	Цель — Исследование принципов работы систем анализа уязвимостей на примере MetasploitFraimwork Задачи: 1.Изучение литературы в области систем анализа уязвимостей. 2.Изучение архитектуры MetasploitFraimwork. 3.Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы MetasploitFraimwork. Методы исследования: анализ литературы в области защиты информации. изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей
3	Исследование систем обнаружения вторжений на примере SNORT для LINUX	Университета — ведущих специалистов по защите информации. Цель — Исследование принципов работы систем обнаружения вторжений на примере SNORT Задачи: 1. Изучение литературы в области систем обнаружения вторжений. 2. Изучение архитектуры SNORT. 3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы SNORT. Методы исследования: анализ литературы в области защиты информации. изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей

4	Исследование принципов работы	Цель – Исследование принципов работы снифферов пакетов на примере WireShark
	снифферов пакетов на примере	Задачи: 1.Изучение литературы в области систем обнаружения
	WireShark	вторжений.
		2.Изучение архитектуры WireShark.
		3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы WireShark.
		Методы исследования:
		анализ литературы в области защиты информации.
		изучение технических характеристик конкретного программного
		продукта и его возможностей.
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
5	Исследование	Цель – Исследование принципов работы межсетевых экранов на
	принципов работы	примере IPTABLES
	межсетевых экранов	Задачи:
	на примере	1.Изучение литературы в области межсетевых экранов.
	IPTABLES для	2.Изучение архитектуры IPTABLES.
	LINUX	3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы IPTABLES.
		Методы исследования:
		анализ литературы в области защиты информации.
		изучение технических характеристик конкретного программного
		продукта и его возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
6	Исследование	Цель - Исследование принципов работы СЗИ на примере
	принципов работы	Антивируса AVG Anti-Virus Free.
	Антивируса	Задачи:
	AVG Anti-Virus Free	1. Изучение литературы в области антивирусного ПО.
		2. Изучение архитектуры заданного СЗИ.
		3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы
		конкретного СЗИ.
		4. Проведение эксперимента для оценки эффективности
		работы СЗИ
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его возможностей.
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
7	Изапаларанна	
/	Исследование	Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере
	принципов работы	Антивируса Avast! AntivirusHome для Windows.
	Антивируса Avast!	Задачи:
		1. Изучение литературы в области антивирусного ПО.
	AntivirusHome для Windows	2. Изучение архитектуры заданного СЗИ.
	WIIIdows	3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы
		конкретного СЗИ. 4. Проведение эксперимента для оценки эффективности
		работы СЗИ
		Pagging Carl

		M
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его
		возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
8	Исследование принципов работы	Цель – Исследование принципов работы межсетевых экранов на примере Comodo Personal Firewall
	межсетевых экранов	Задачи:
	на примере Comodo	1.Изучение литературы в области межсетевых экранов.
	Personal Firewall для	2.Изучение архитектуры Comodo Personal Firewall.
	OC Windows	3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы Comodo
		Personal Firewall.
		Методы исследования:
		анализ литературы в области защиты информации,
		изучение технических характеристик конкретного программного
		продукта и его возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
9	Исследование	Цель – Исследование принципов работы систем обнаружения
	систем	вторжений на примере Bro NIDS
	обнаружения	Задачи:
	вторжений на	1.Изучение литературы в области систем обнаружения
	примере Bro NIDS	вторжений.
	для LINUX	2.Изучение архитектуры Bro NIDS.
	для СПОЛ	3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы Bro NIDS.
		методы исследования:
		анализ литературы в области защиты информации.
		изучение технических характеристик конкретного программного
		продукта и его возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
1.0	T.X.	Университета – ведущих специалистов по защите информации.
10	Исследование	Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере
	принципов работы	Антивируса AviraAntiVirPersonal – FreeAntivirus.
	Антивируса	Задачи:
	AviraAntiVirPersonal	1. Изучение литературы в области антивирусного ПО.
	– FreeAntivirus	2. Изучение архитектуры заданного СЗИ.
		3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы
		конкретного СЗИ.
		4. Проведение эксперимента для оценки эффективности
		работы СЗИ
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его
		возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
11	Исследование	Цель - Исследование принципов работы межсетевых экранов на
	принципов работы	примере Ashampoo Firewall Free
	межсетевых экранов	Задачи:

	на примере Ashampoo Firewall Free	1.Изучение литературы в области межсетевых экранов. 2.Изучение архитектуры Ashampoo Firewall Free . 3.Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы Ashampoo Firewall Free . Методы исследования: анализ литературы в области защиты информации, изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета — ведущих специалистов по защите информации.
12	Исследование принципов работы межсетевых экранов на примере PC Tools Firewall Plus	Цель – Исследование принципов работы межсетевых экранов на примере PC Tools Firewall Plus. Задачи: 1.Изучение литературы в области межсетевых экранов. 2.Изучение архитектуры PC Tools Firewall Plus. 3.Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы PC Tools Firewall Plus. Методы исследования: анализ литературы в области защиты информации, изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета — ведущих специалистов по защите информации.
13	Исследование принципов работы Антивируса Dr Web	 Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере Антивируса Dr Web. Задачи: Изучение литературы в области антивирусного ПО. Изучение архитектуры заданного СЗИ. Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы конкретного СЗИ. Проведение эксперимента для оценки эффективности работы СЗИ Методы исследования: анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения, изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета – ведущих специалистов по защите информации.
14	Исследование принципов работы Антивируса Panda Cloud Antvirus Free	 Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере Антивируса Panda Cloud Antvirus Free. Задачи: Изучение литературы в области антивирусного ПО. Изучение архитектуры заданного СЗИ. Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы конкретного СЗИ. Проведение эксперимента для оценки эффективности работы СЗИ Методы исследования: анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,

		изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета – ведущих специалистов по защите информации.
	15 Исследование принципов рабо снифферов пакет на примере SmartSniff	
		2.Изучение архитектуры SmartSniff. 3.Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы SmartSniff. Методы исследования:
		анализ литературы в области защиты информации, изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей
1	6 Исследование	Университета – ведущих специалистов по защите информации. Цель – Исследование принципов работы снифферов пакетов на
	принципов рабо	примере IP Sniffer
	снифферов пакет на примере	ов Задачи: 1.Изучение литературы в области систем обнаружения
	IP Sniffer	вторжений.
		2.Изучение архитектуры IP Sniffer. 3.Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы IP Sniffer.
		Методы исследования: анализ литературы в области защиты информации.
		изучение технических характеристик конкретного программного
		продукта и его возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
1	7 Исследование	Университета – ведущих специалистов по защите информации. Цель – Исследование принципов работы систем анализа
1	систем анализа	
	уязвимостей на	
	основе пакета	
	Microsoft Baseli	
	Security Analyzo	2. Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы Microsoft
		Baseline Security Analyzer.
		Методы исследования:
		анализ литературы в области защиты информации.
		изучение технических характеристик конкретного программного
		продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
1	8 Исследование	
	систем анализа	
	уязвимостей на	
	основе пакета	1 1
	OpenVAS	2. Изучение архитектуры OpenVAS.
		3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы OpenVAS.

		M
		Методы исследования:
		анализ литературы в области защиты информации.
		изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
19	Исследование	Цель – Исследование принципов работы систем анализа
19	систем анализа	уязвимостей на примере SurfPatrol
		Залачи:
	уязвимостей на основе пакета	
	SurfPatrol	1.Изучение литературы в области систем анализа уязвимостей. 2.Изучение архитектуры SurfPatrol.
	Sum and	3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы SurfPatrol.
		Методы исследования:
		анализ литературы в области защиты информации.
		изучение технических характеристик конкретного программного
		продукта и его возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
20	Исследование	Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере
20	принципов работы	Антивируса PC Tools AntiVirus Free Edition
	Антивируса	Задачи:
	PC Tools AntiVirus	1. Изучение литературы в области антивируеного ПО.
	Free Edition	2. Изучение архитектуры заданного СЗИ.
	Tice Edition	3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы
		конкретного СЗИ.
		4. Проведение эксперимента для оценки эффективности
		работы СЗИ
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его
		возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
21	Исследование	Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере
	принципов работы	Microsoft Malicious Removal Tool для Windows
	Антивируса	Задачи:
	Microsoft Malicious	1. Изучение литературы в области антивирусного ПО.
	Removal Tool	2. Изучение архитектуры заданного СЗИ.
	для Windows	3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы
		конкретного СЗИ.
		4. Проведение эксперимента для оценки эффективности
		работы СЗИ
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его
		возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
22	Исследование	Цель - Исследование принципов работы СЗИ на примере
	принципов работы	Антивируса Norton Internet Security

	Антивируса Norton Internet Security	 Задачи: Изучение литературы в области антивирусного ПО. Изучение архитектуры заданного СЗИ. Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы конкретного СЗИ. Проведение эксперимента для оценки эффективности работы СЗИ Методы исследования: анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения, изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей
23	Исследование систем обнаружения вторжений на примере OSSEC для LINUX	Университета – ведущих специалистов по защите информации. Цель – Исследование принципов работы систем обнаружения вторжений на примере OSSEC для LINUX Задачи: 1.Изучение литературы в области систем обнаружения вторжений. 2.Изучение архитектуры OSSEC для LINUX. 3.Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы OSSEC для LINUX. Методы исследования: анализ литературы в области защиты информации, изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета – ведущих специалистов по защите информации.
24	Исследование систем обнаружения вторжений на примере OSSEC для WINDOWS	Цель – Исследование принципов работы систем обнаружения вторжений на примере OSSEC для WINDOWS. Задачи: 1.Изучение литературы в области систем обнаружения вторжений. 2.Изучение архитектуры OSSEC для WINDOWS. 3.Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы OSSEC для WINDOWS/ Методы исследования: анализ литературы в области защиты информации. изучение технических характеристик конкретного программного продукта и его возможностей, получение индивидуальных консультаций преподавателей Университета – ведущих специалистов по защите информации.
25	Исследование принципов работы Антивируса Comodo AntiVirus	 Чиверситета – ведущих специалистов по защите информации. Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере Антивируса Comodo AntiVirus. Задачи: Изучение литературы в области антивирусного ПО. Изучение архитектуры заданного СЗИ. Разработка стенда на основе виртуальных машин для проведения экспериментальной проверки работы конкретного СЗИ. Проведение эксперимента для оценки эффективности

		работы СЗИ
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его
		возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
26	Исследование	Цель – Исследование принципов работы СЗИ на примере
	принципов работы	Антивируса Microsoft Security Essentials
	Антивируса	Задачи:
	Microsoft Security	1. Изучение литературы в области антивирусного ПО.
	Essentials	2. Изучение архитектуры заданного СЗИ.
		3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы
		конкретного СЗИ.
		4. Проведение эксперимента для оценки эффективности
		работы СЗИ
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик конкретного СЗИ и его
		возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
27	Исследование	Цель – Исследование принципов криптографической защиты
	принципов работы	информации на основе программы CrypTool
	программы	Задачи:
	CrypTool.	1. Изучение литературы в области основ криптографии.
		2. Изучение архитектуры программы CrypTool
		3. Проведение экспериментов с помощью программы
		CrypTool
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик ПО и его возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.
28	Исследование	Цель – Исследование принципов криптографической защиты
	принципов работы	информации на основе программы PGP
	программы PGP.	Задачи:
		1. Изучение литературы в области основ криптографии.
		2. Изучение архитектуры программы PGP.
		3. Проведение экспериментов с помощью программы PGP.
		Методы исследования:
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,
		изучение технических характеристик ПО и его возможностей,
		получение индивидуальных консультаций преподавателей
29	Иостолово	Университета – ведущих специалистов по защите информации.
29	Исследование	Цель – Исследование принципов работы алгоритмов с открытым
	архитектуры и	ключем на примере программы sshd для Linux
	принципов работы	Задачи:
	программы sshd для	1. Изучение литературы в области основ критографии.
	Linux	2. Изучение архитектуры программы sshd для Linux
		3. Разработка стенда на основе виртуальных машин для
		проведения экспериментальной проверки работы

		конкретного СЗИ.	
		4. Проведение экспериментов с помощью sshd для Linux	
		Методы исследования:	
		анализ литературы по вопросам антивирусного обеспечения,	
		изучение технических характеристик ПО и его возможностей,	
		получение индивидуальных консультаций преподавателей	
		Университета – ведущих специалистов по защите информации.	
30	Речевые	Цель – Анализ основных направлений исследований в области	
	технологии: области	речевых технологий и перспективих развития.	
	применения,	1. Изучение литературы в области речевых технологий.	
	современное	2. Изучение программного обеспечения на основе речевых	
	состояние и	технологий.	
	перспективы	3. Перспективы разработки систем распознавания речи.	
	развития.	Методы исследования:	
		анализ литературы по вопросам существующих речевых	
		технологий, изучение технических характеристик ПО и его	
		возможностей, получение индивидуальных консультаций	
		преподавателей Университета – ведущих специалистов по	
		защите информации.	

3.5. Самостоятельная работа школьников

Задание по формированию и развитию	Практическое выполнение слушателями учебно-
инновационно-творческой компетенции	исследовательских работ под руководством
учащихся инженерных классов	преподавателей Университета
Задание по развитию экспериментально-	Практическое занятие по освоению навыков
исследовательской компетенции	принятия и обработки экспериментальных данных,
учащихся инженерных классов	полученных на лабораторном оборудовании МГТУ
	им. Н.Э.Баумана с применением новейших
	программных продуктов.

3.6. Рекомендуемая литература

1.	Основная	 Стрельцов А.А. Обеспечение информационной безопасности России. Теоретические и методологические основы. Под. ред. В.А. Садовничего и В.П. Шерстюка М., 2004. Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками М.: ДМК Пресс, 2010 312 с., ил. Полиграф в России. 1993-2008: Ретроспектив. сб. науч. ст., посвящен. 15-летию применения полиграфа в РФ / автсост. Холодный Ю. И М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 176 с Библиогр.: с. 170-176.
2.	Дополнительная	 Радько Н.М., Скобелев И.О. Риск-модели информационно- телекоммуникационных систем при реализации угроз удален- ного и непосредственного доступа, М: РадиоСофт. 2010. – 232 с. Нечаев В.И. Элементы криптографии. Основы теории защиты информации. – М.: Высшая школа, 1999 108с.
3.	Электронные ресурсы	6. Экспериментальная оценка противодействия компьютерным атакам на стендовом полигоне [Электронный ресурс] : электронное учебное издание : учебное пособие по дисциплине "Противодействие компьютерным атакам" / Климов С. М., Сычев М. П., Астрахов А. В.; МГТУ им. Н. Э. Баумана, Фак. "Информатика и системы управления", Каф. "Защита информации" Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. Загл. с этикетки диска// http://www.cdl.bmstu.ru/iu10/comp-atak-exp.htm

IV. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Итоговое мероприятие

При реализации программы применяется следующая форма педагогического контроля обучающихся: блиц опрос, рубежный контроль. Итоговый контроль – коллоквиум с обсуждением результатов и защитой индивидуальных проектов.

V. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов учебных занятий.

Аудиторный фонд, где будут проводиться занятия оборудован всеми необходимыми техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение занятий включает наличие компьютерной базы с выходом в Интернет, мультимедийные проекторы, кодоскопы, кино-, теле- и аудиоаппаратуру, а также лабораторно-эксперименальное оборудование кафедры «Защита информации» (ИУ-10) МГТУ им. Н.Э. Баумана.

5.2. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы

В разработке и выполнении программы участвуют кадры высшей квалификации, имеющие соответствующие ученые и почетные звания, а также большой научно-педагогический опыт в области подготовки специалистов по информационной и информационно-психологической безопасности.

Астрахов Алексей Витальевич — кандидат технических наук, доцент кафедры «Защита информации»,

Зеленцова Екатерина Валентиновна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Защита информации»,

Козлачков Сергей Борисович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Защита информации».

Автор(ы) программы:

Астрахов А.В., к.т. н., доц.

Зеленцова Е.В., к.т.н., доц.

расшифровка подписи автора

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель научно-образовательного коллектива Мероприятия \mathfrak{N}_{2} 8,

Начальник отдела взаимодействия с профильными школами

Центра довузовской подготовки

МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н., доц.

Н.Ф. Зеленцова расшифровка поописи

«07» 09 2016 г.