



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)**

УТВЕРЖДАЮ
зав. кафедрой изыскания и проектирования дорог
Поспелов П.И.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПО
ПРОБЛЕМАМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФИЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ИНЖЕНЕРНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

**«ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗАДАЧИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕШАЕМЫЕ НА
ОСНОВЕ ЗАКОНОВ ФИЗИКИ, ИЗУЧАЕМЫХ В СРЕДНЕЙ
ШКОЛЕ»**

Авторы:

Поспелов Павел Иванович, д.т.н., профессор, зав. кафедрой изыскания и проектирования дорог;

Татаринов Владимир Владимирович, к.т.н, профессор кафедры Аэропортов, инженерной геологии и геотехники МАДИ;

Чутков Александр Анатольевич, к.т.н, профессор, заведующий кафедрой Аэропортов, инженерной геологии и геотехники МАДИ

Москва 2015 г.

1. Характеристика программы

Целью программы является повышение квалификации педагогов по методике организации занятий по физике в области инженерных задач в строительстве транспортных сооружений. Программа имеет важное прикладное значение и дает возможность освоить инженерные задачи строительства, решаемые на основе законов физики, изучаемых в средней школе, а самое главное – это научиться применять их на занятиях с учетом особенностей преподавания физики.

Планируемые результаты обучения. В результате освоения данной программы учителя физики, преподающие в инженерных классах, получают дополнительную возможность не только для преподавания углубленного курса дисциплины в области инженерных задач строительства, но и использовать материалы для проектно-исследовательской деятельности учеников. Освоение программы также будет способствовать профессиональной ориентации учащихся инженерных классов в направлении выбора будущей специальности, развитию у них интереса к инженерному образованию, связанному с проектированием и строительством транспортных сооружений.

Категория обучающихся/слушателей: учителя физики инженерных классов школ, лицеев и гимназий.

Форма обучения: очная.

Режим занятий: 1 раз в неделю, в свободное от основной работы время.

Срок освоения программы: 36 часов

2. Содержание программы

2.1. Учебный (тематический) план

№ п/п	Название темы	Количество часов	Форма занятия
1.	Тема 1. Классификация транспортных сооружений и их основные элементы. Виды задач, решаемых при проектировании и строительстве.	2	Лекция
2.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 1.	2	Семинар
3.	Тема 2. Исторический обзор великих открытий механики, образующих основу современных методов проектирования и расчета строительных конструкций.	2	Лекция
4.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 2.	2	Семинар
5.	Тема 3. Приложение великих открытий механики к постановке и решению инженерных задач в строительстве.	2	Лекция
6.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 3.	2	Семинар
7.	Тема 4. Классификация дорожных одежд и аэродромных покрытий. Понятие о технологии и методах их строительства.	2	Лекция
8.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 4.	2	Семинар

№ п/п	Название темы	Количество часов	Форма занятия
9.	Тема 5. Постановка задачи расчета дорожных одежд и аэродромных покрытий на прочность.	2	Лекция
10.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 5.	2	Семинар
11.	Тема 6. Моделирование в строительстве транспортных сооружений.	2	Лекция
12.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 6.	2	Семинар
13.	Тема 7. История задачи расчета жестких покрытий на прочность, ее современная трактовка в России и за рубежом.	2	Лекция
14.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 7.	2	Семинар
15.	Тема 8. Понятие основной модели жесткого покрытия как тонкой пластины, ее основные физические и математические свойства.	2	Лекция
16.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 8.	2	Семинар
17.	Обсуждение перечня задач расчета при строительстве транспортных сооружений, основанные на законах физики, изучаемых в средней школе.	2	Семинар
18.	Итоговая аттестация.	2	Круглый стол
ИТОГО		36	

2.2. Содержание тем

Тема 1. Классификация транспортных сооружений и их основные элементы. Виды задач, решаемых при проектировании и строительстве.

Основные виды предприятий транспортной отрасли: предприятия автомобильно-дорожного комплекса и гражданской авиации. Автомобильная дорога, здания и сооружения придорожного сервиса, автомобильно-дорожные мосты и тоннели. Аэропорт и аэродром. Основные элементы аэродрома и зданий и сооружений служебно-технической территории современного аэропорта. Исторический обзор строительства транспортных сооружений. Особенности проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений на современном этапе.

Виды задач, решаемых при проектировании и строительстве автомобильных дорог и аэродромов, их связь с законами физики, изучаемыми в средней школе.

Основы российского инженерного образования на транспорте и в строительстве, история и современные достижения. Номенклатура направлений подготовки и специальностей высшего образования в строительстве. Профессиональная ориентация абитуриентов – выпускников школ. Опыт работы по профессиональной ориентации школьников – подготовка проектно-исследовательских работ и участие в творческих конкурсах и конференциях.

Тема 2. Исторический обзор великих открытий механики, образующих основу современных методов проектирования и расчета строительных конструкций.

Основные элементы транспортных сооружений, проектирование и строительство которых связано с выполнением расчетов на прочность. Задача прочностного расчета и история ее появления.

Британская академия наук и история ее создания. Р. Гук, его биография, открытия и вклад в механику и другие науки. И. Ньютон, его биография, открытия и вклад в механику и другие науки. Противостояние, спор и приоритеты великих открытий Р. Гука и И. Ньютона. Т. Юнг и его модуль.

Э. Хладни и его опыты, фигуры Хладни. Конкурс Парижской академии наук по объяснению происхождения фигур Хладни. С. Жермен, биография, открытия, вклад в механику и другие науки. С. Пуассон и Ж. Лагранж их открытия в механике.

Г. Кирхгоф и его гипотезы. Теория упругости и ее основатель О. Коши. Появление строительной механики.

Задача о деформации грунтов под действием колес транспортных средств, основные авторы ее решения Н. Фусс и Э. Винклер.

Задача об изгибе пластины на упругом основании – основной модели дорожной одежды и аэродромного покрытия жесткого типа, основные авторы ее решения. Задача Г. Герца о плавающей ледяной пластине под действием силы, особенности ее решения и современная трактовка.

Основа современных методов проектирования и расчета строительных конструкций.

Тема 3. Приложение великих открытий механики к постановке и решению инженерных задач в строительстве.

Основные понятия и терминология, применяемые в инженерных задачах строительства. Системы координат и основные правила ориентации осей. Внутренние усилия, перемещения, деформации и напряжения, правило назначения индексов.

Закон Р. Гука как основа любого прочностного расчета строительной конструкции. Уравнение С. Жермен и решение Г. Герца – основа расчета бетонных дорожных одежд, аэродромных покрытий и плит перекрытий зданий. Модель Фусса-Винклера – основная модель работы грунтовых оснований дорожных одежд и аэродромных покрытий. Взаимосвязь напряжений, перемещений и деформаций О. Коши и ее применение в практике прочностного расчета.

Тема 4. Классификация дорожных одежд и аэродромных покрытий. Понятие о технологии и методах их строительства.

Принципы классификации дорожных одежд и аэродромных покрытий по характеру работы под нагрузкой от транспортного средства и степени совершенства. Понятие жестких дорожных одежд и аэродромных покрытий, их виды и область применения. Понятие нежестких дорожных одежд и аэродромных покрытий, их виды и область применения. Классификация и основные свойства строительных материалов. Физические основы применения армирования и специальных устройств.

Понятие о конструктивном разрезе и слоях дорожной одежды и аэродромного покрытия. Физические основы работы и назначение слоев и прослоек. Основные физические характеристики слоев и их величины. Примеры конструктивных разрезов дорожных одежд и аэродромных покрытий для различных условий их эксплуатации. Основные рекомендации по выбору варианта дорожной одежды и аэродромного покрытия, принципы выбора оптимального варианта.

Обзор основных норм и правил, формирующих «Гражданский кодекс строителя» в России и других странах.

Особенности технологии возведения дорожных одежд и аэродромных покрытий. Ознакомление с основными строительными комплектами машин, физические основы и принципы их работы.

Тема 5. Постановка задачи расчета дорожных одежд и аэродромных покрытий на прочность

Историческая справка о возникновении задачи расчета дорожных одежд и аэродромных покрытий на прочность. Основные виды нагрузок, действующих на дорожные одежды и аэродромные покрытия: *силовые* - от колеса транспортного средства, а также *несиловые* -

вызванные природно-климатическими факторами. Характеристики подвески современного автомобиля и шасси самолета гражданской авиации. Природа особого вида силовых нагрузок – динамических и циклических. Виды расчета дорожных одежд и аэродромных покрытий: прочностной и расчет на морозоустойчивость. Понятие предельного состояния и его физический смысл. Основные виды предельного состояния для строительных конструкций. Основные идеализации, применяемые при выполнении расчетов.

Тема 6. Моделирование в строительстве транспортных сооружений.

Виды моделирования: натурное, физическое (лабораторное) и математическое. Особенности каждого вида моделирования, преимущества и недостатки. Физические основы понятия «масштабного фактора» и тарифовочной функции. Методика проведения экспериментальных работ при натурном и лабораторном моделировании, силовые установки, приборы и регистрирующая аппаратура. Примеры экспериментальных исследований и их результаты. Объяснение экспериментов с точки зрения законов физики, изучаемых в средней школе.

Понятие о модели местности, виды моделей местности. Применение задач физики средней школы к задаче проектирования формы поверхности аэродрома и автомобильной дороги. Проектирование виражей.

Задача моделирования системы водоотвода автомобильной дороги и аэродрома, понятие о расчете пропускной способности.

Построение задачи моделирования движения автомобиля и самолета на основе физики средней школы.

Модели элементов строительных конструкций: балка (стержень), точечная масса, упругий и вязкий элементы, пластина. Применение законов Р. Гука и И. Ньютона к описанию работы элементов строительных конструкций.

Модели грунтовых оснований, их физические основы и характеристики. Объяснение работы модели Фусса-Винклера с точки зрения физики средней школы, понятие о коэффициенте постели и его размерность. Инденторы и штамповые испытания. Недостатки модели Фусса-Винклера и история попыток ее усовершенствования. Альтернативные модели грунтовых оснований, их особенности и область применения. Применение законов физики, изучаемых в средней школе, к моделированию работы грунтового основания.

Тема 7. История задачи расчета жестких покрытий на прочность, ее современная трактовка в России и за рубежом.

История появления первых бетонных дорожных одежд и аэродромных покрытий и их дальнейшее совершенствование. Первые попытки формулирования задачи прочностного расчета, их особенности и недостатки. Объяснение принципа прочностного расчета с точки зрения задач физики средней школы. Современное представление о работе жесткого покрытия под нагрузкой от транспортного средства, понятие пространственного изгиба. Формулировки задачи расчета, применяемые в России и за рубежом, их основные отличия с точки зрения школьного курса физики.

Тема 8. Понятие основной модели жесткого покрытия как тонкой пластины, ее основные физические и математические свойства.

Основные законы физики, изучаемые в средней школе, как основа современной теории упругости и строительной механики. Физическое объяснение упругой и пластической работы строительного материала. Понятие расчетного значения напряжения, перемещения, деформации и внутреннего усилия. Задача о нахождении геометрических характеристик плоских фигур (сечений): площадь, статический момент, момент инерции, момент сопротивления, их размерности. Нахождение координат центра тяжести плоской фигуры (сечения). Применение геометрических характеристик плоских фигур (сечений) к прочностному расчету строительной конструкции. Методы расчета на прочность некоторых элементов строительных конструкций, основанные на законах физики, изучаемых в средней школе.

Понятие и виды пластин, классификация пластин. Основные идеализации. Основные геометрические и физические характеристики тонкой пластины. Перемещения, напряжения и

внутренние усилия в нагруженной пластине с точки зрения физики средней школы. Основные расчетные формулы, применяемые при расчете тонких пластин, которые могут быть получены при применении законов физики, изучаемых в средней школе. Основные размерности и их соотношения.

3. Формы аттестации и оценочные материалы.

В соответствии с частью 14 статьи 76 Федерального закона № 273-ФЗ освоение дополнительных профессиональных программ завершается итоговой аттестацией обучающихся в форме круглого стола в формате «вопрос-ответ».

Перечень вопросов для итоговой аттестации:

1. Автомобильная дорога, аэропорт и аэродром как транспортные сооружения.
2. Основные виды взлетно-посадочных операции на аэродроме.
3. Дорожная одежда и искусственное покрытие аэродрома.
4. Конструктивные слои дорожных одежд и искусственных покрытий аэродромов.
5. Современные материалы для строительства дорожных одежд и аэродромных покрытий.
6. Классификация дорожных одежд и искусственных покрытий аэродромов по характеру работы под нагрузкой.
7. Классификация дорожных одежд и искусственных покрытий аэродромов по степени совершенства.
8. Зонирование территории аэродрома по группам участков.
9. Конструкции нежестких покрытий.
10. Конструкции жестких покрытий.
11. Основные требования, предъявляемые к искусственным покрытиям.
12. Исторический обзор великих открытий механики и их приложение к задачам расчета транспортных сооружений.
13. Опыты Э. Хладни как основа теории расчета пластин.
14. Законы Р. Гука и их приложение.
15. Задача С. Жермен о колебаниях пластины.
16. Гипотезы Г. Кирхгофа при исследовании пластины.
17. Н.И Фусс и Э. Винклер, их модели.
18. Задача Г. Герца о плавающей пластине и ее приложение в задачах расчета транспортных сооружений.
19. Понятие пластины, классификация пластин.
20. Задача об изгибе пластины на упругом основании и ее приложение.
21. Виды моделей и моделирование в транспортном строительстве.
22. Понятие масштабного фактора при моделировании работы транспортных сооружений.
23. Основные модели, применяемые в расчете транспортных сооружений.
24. Понятие деформации и перемещения при деформации.
25. Понятие внутренних усилий и напряжений.
26. Понятие о геометрических характеристиках плоских фигур (сечений).
27. Основные принципы конструирования дорожных одежд и аэродромных покрытий.
28. Понятие о модели местности, виды моделей местности.
29. Понятие о выразах физические основы их проектирования.
30. Основные виды нагрузок, действующие на транспортное сооружение.
31. Физические основы применения армирования и специальных устройств строительных сооружений.

Примерный перечень тем проектно-исследовательских работ школьников:

1. Современные аэропорты и аэродромы России.
2. Современные аэропорты и аэродромы мира.
3. Современные автомагистрали мира.
4. Автомобильные дороги и дорожные одежды.
5. Аэродромы и аэродромные покрытия.
6. История развития самолетов гражданской авиации.

7. Характеристики современных реактивных самолетов.
8. Великие ученые-механики и их вклад в современную прикладную науку.
9. Роберт Гук и его открытия.
10. Эрнст Хладни и его открытия.
11. Густав Кирхгоф и его открытия.
12. Н.И. Фусс – великий ученый России.
13. Г. Герц и его задача.
14. Софи Жермен, биография и открытия великого ученого.
15. Физические характеристики современных строительных материалов.
16. Роберт Гук и Исаак Ньютон, великое противостояние двух гениев.
17. Моделирование в строительстве транспортных сооружений.
18. Тонкая пластина – основная модель аэродромного покрытия и дорожной одежды.
19. История совершенствования дорожных одежд и аэродромных покрытий.
20. Морозное пучение – основная природно-климатическая нагрузка и меры борьбы с ним.
21. Аэродромное покрытие и дорожная одежда – сходства и различия.

Примерный перечень задач, основанных на физических законах, изучаемых в школе:

1. Рассчитать нагрузку от одного колеса основной опоры конкретного самолета гражданской авиации или автомобиля.
2. Определить радиус круга, равновеликого отпечатку колеса основной опоры конкретного самолета гражданской авиации или колеса автомобиля.
3. Рассчитать цилиндрическую жесткость бетонной плиты покрытия заданной толщины.
4. Определить значение упругой характеристики бетонной плиты заданной толщины, расположенной на грунтовом основании.
5. Найти радиус чаши прогибов бетонной плиты заданной толщины, расположенной на грунтовом основании под нагрузкой от колеса.
6. Найти значение прогиба бетонной плиты под нагрузкой от колеса транспортного средства.
7. Найти положение центра тяжести сечения плиты покрытия.
8. Рассчитать значение моментов сопротивления прямоугольного сечения различных балок.
9. Найти значение расчетного изгибающего момента в бетонной плите под нагрузкой от колеса транспортного средства.
10. Найти значение предельного изгибающего момента в бетонной плите под нагрузкой от колеса транспортного средства.
11. Найти значение напряжения в бетонной плите под нагрузкой от колеса транспортного средства.
12. Найти значения реакции грунтового основания Винклера.
13. Считая бетонную плиту абсолютно упругим элементом найти ее коэффициент жесткости под нагрузкой от колеса транспортного средства.
14. Проверить прочность сечения бетонной плиты при заданных значениях толщины, расчетного изгибающего момента и предельного значения напряжения.
15. Исследовать силы, действующие на самолет при его движении по криволинейной траектории при сходе с РД. Самолет считать материальной точкой.
16. Произвести сравнение нагрузки на колесо основной опоры для заданных типов самолетов ГА.
17. Рассчитать расчетное значение расхода воды для трубы системы водоотвода.
18. Найти значения поперечного и продольного уклонов ВПП аэродрома по значениям высотных отметок.

4. Расписание занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов	Форма занятия	Дата и время проведения ¹
1.	Тема 1. Классификация транспортных сооружений и их основные элементы. Виды задач, решаемых при проектировании и строительстве.	2	Лекция	18.02.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
2.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 1.	2	Семинар	18.02.2016 г. 18 ⁵⁰ – 20 ²⁰
3.	Тема 2. Исторический обзор великих открытий механики, образующих основу современных методов проектирования и расчета строительных конструкций.	2	Лекция	25.02.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
4.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 2.	2	Семинар	25.02.2016 г. 18 ⁵⁰ – 20 ²⁰
5.	Тема 3. Приложение великих открытий механики к постановке и решению инженерных задач в строительстве.	2	Лекция	03.03.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
6.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 3.	2	Семинар	03.03.2016 г. 18 ⁵⁰ – 20 ²⁰
7.	Тема 4. Классификация дорожных одежд и аэродромных покрытий. Понятие о технологии и методах их строительства.	2	Лекция	10.03.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
8.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 4.	2	Семинар	10.03.2016 г. 18 ⁵⁰ – 20 ²⁰
9.	Тема 5. Постановка задачи расчета дорожных одежд и аэродромных покрытий на прочность.	2	Лекция	17.03.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
10.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 5.	2	Семинар	17.03.2016 г. 18 ⁵⁰ – 20 ²⁰
11.	Тема 6. Моделирование в строительстве транспортных сооружений.	2	Лекция	24.03.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
12.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 6.	2	Семинар	24.03.2016 г. 18 ⁵⁰ – 20 ²⁰
13.	Тема 7. История задачи расчета жестких покрытий на прочность, ее современная трактовка в России и за рубежом.	2	Лекция	31.03.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
14.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников по теме 7.	2	Семинар	31.03.2016 г. 18 ⁵⁰ – 20 ²⁰
15.	Тема 8. Понятие основной модели жесткого покрытия как тонкой пластины, ее основные физические и математические свойства.	2	Лекция	07.04.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
16.	Обсуждение и разбор вариантов заданий проектно-исследовательских работ школьников	2	Семинар	07.04.2016 г. 18 ⁵⁰ – 20 ²⁰

¹ Аудитории для проведения занятий: № 7 и № 245.

№ п/п	Название темы	Количество часов	Форма занятия	Дата и время проведения ¹
	по теме 8.			
17.	Обсуждение перечня задач расчета при строительстве транспортных сооружений, основанные на законах физики, изучаемых в средней школе.	2	Семинар	14.04.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
18.	Итоговая аттестация.	2	Круглый стол	21.04.2016 г. 17 ¹⁵ – 18 ⁴⁵
ИТОГО		36		

5. Организационно-педагогические условия реализации программы.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы представлено в следующих источниках:

Литература:

1. Свод правил СП121.13330.2012. Аэродромы. Актуализированная редакция СНиП 32-03-96, Минрегион России, 2012. -98 с.
2. Методика расчета армированных цементобетонных покрытий дорог и аэродромов на укрепленных основаниях. ОДМ 218.3.030-2013, Росавтодор, 2012, -137 с.
3. СНиП II-47-80. Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 47. Аэродромы/ Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1981 – 56 с.
4. Иванов В.Н. Азбука аэропортов. М.: ЗАО «Книга и бизнес», 2013. 176 с.

Интернет--источники:

http://old.as-club.ru/kurs3/aero/html/kurs_272_0.html

<http://www.icao.int/Pages/default.as>

<http://www.aerohelp.ru/icao>

<http://www.rv.org.ua/country/chrtr/ch-models.htm#.VlwzTbXvocV>

<http://transaviacom.ru/informatsiya/informatsiya-dlya-aviapassazhirov/27-vidy-passazhirskikh-samoletov>

5. Материально-технические условия реализации программы:

- компьютерный класс;
- библиотечный фонд кафедры Аэропортов, инженерной геологии и геотехники МАДИ.