

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и  
транспортных тоннелей,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Проектирование и расчет земляного полотна**

Специальность: 23.05.06 Строительство железных дорог,  
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Управление техническим состоянием  
железнодорожного пути

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 6131  
Подписал: заведующий кафедрой Ашпиз Евгений  
Самуилович  
Дата: 11.06.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины является изучение студентами основ проектирования и расчета конструкций земляного полотна, обеспечивающих их надежную работу в эксплуатации.

Задачами освоения дисциплины является формирование у обучающихся общепрофессиональной компетенции ОПК-4 в части способности выполнять проектирование и расчёт конструкций земляного полотна железнодорожного пути в соответствии с требованиями нормативных документов, а также профессиональной компетенции ПК-11 в части способности разрабатывать проекты и схемы технологических процессов работ по ремонту и текущему содержанию земляного полотна железнодорожного пути, анализировать, планировать и контролировать технологические процессы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-4** - Способен выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов;

**ПК-11** - Способен разрабатывать проекты и схемы технологических процессов работ по ремонту и текущему содержанию верхнего строения, земляного полотна железнодорожного пути и искусственных сооружений анализировать, планировать и контролировать технологические процессы.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- основные понятия об составе системы земляного полотна и основные требования к нему;
- основные требования к разработке проектной документации по сооружению, реконструкции и капитальным ремонтам земляного полотна;
- основы взаимодействия пути и подвижного состава и величины расчетных нагрузок на земляное полотно;
- основные методы определения прочности, устойчивости и деформативности грунтовых массивов;
- основы расчета и проектирования мероприятий по усилению основной площадки и обеспечения несущей способности оснований;
- основы расчета и проектирования устойчивых откосов и склонов;

- основы расчета величины остаточной и упругой осадок насыпи;
  - способы обеспечения эксплуатационной надежности земляного полотна;
- методы регулирования гравитационных нагрузок
- основные технологические операции по техническому обслуживанию земляного полотна, его сооружений и обустройств в сложных условиях.

**Уметь:**

- классифицировать инженерно-геологические условия;
- оценивать вероятность возникновения неблагоприятных инженерно-геологических условий и явлений;
- определять расчетные параметры грунтов и воздействий на земляное полотно, как природных, так и техногенных;
- оценивать воздействие подвижного состава на земляное полотно железнодорожного пути;
- анализировать параметры земляного полотна железнодорожного пути и влияние их на безопасность движения поездов;
- составлять технологические схемы по приведению параметров земляного полотна железнодорожного пути в сложных условиях в исправное состояние.

**Владеть:**

- методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы земляного полотна железнодорожного пути в сложных условиях;
- основными методами работы на персональных компьютерах с прикладными программными средствами для решения задач по обеспечению надежности земляного полотна железнодорожного пути в сложных условиях;
- методами оценки состояния земляного полотна железнодорожного пути в сложных условиях в зависимости от эксплуатационных условий;
- методами разработки основных проектных решений для земляного полотна железнодорожного пути в сложных условиях;
- навыками разработки технологических процессов на отдельную работу и на сложный комплекс путевых работ по обслуживанию земляного полотна железнодорожного пути в сложных условиях.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	84	84
В том числе:		
Занятия лекционного типа	42	42
Занятия семинарского типа	42	42

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 60 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Общие требования к земляному полотну. Назначение земляного полотна, его структура и параметры, основные требования нормативных документов к земляному полотну. Термины и определения. Предельные условия работы земляного полотна.
2	Типовое и индивидуальное проектирование земляного полотна. Классификация типов проектных решений, состав проектной документации. Случаи и особенности индивидуального проектирования. Исходные данные для проектирования земляного полотна.
3	Нагрузки на земляное полотно. Нагрузки постоянные и временные. Распределение нагрузок в поперечном и продольном

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	направлениях. Определение напряжений на основной площадке. Учет вибродинамического воздействия.
4	<b>Напряженно-деформированное состояние (НДС) земляного полотна.</b> Основные законы механики грунтов по связи напряжений и деформаций. Теория и методы определения НДС земляного полотна и его основания. Упругие и пластические деформации. Модели работы грунта земляного полотна и основания.
5	<b>Несущая способность земляного полотна и основания (прочность грунтов).</b> Расчет прочности грунта рабочей зоны земляного полотна и несущей способности основания. Учет снижения прочности для водонасыщенного грунта и при оттаивании. Инженерные методы и численные решения с применением программных комплексов. Проектирование защитного слоя. Мероприятия по повышению несущей способности основания.
6	<b>Несущая способность земляного полотна (устойчивость откосов).</b> Методы предельного равновесия грунтовых массивов, модели и предпосылки. Инженерные методы и численные решения с применением программных комплексов. Общий случай (метод проф. Шахунянца Г.М.) и частные решения устойчивости откосов и склонов. Расчет армированных откосов и определение давления на поддерживающие сооружения. Учет динамического воздействия поездной нагрузки. Учёт воздействия воды на снижение устойчивости. Нахождение наихудшей поверхности смещения и определение нормативных запасов устойчивости откоса.
7	<b>Осадки насыпей.</b> Методы расчета осадок насыпей, модели и предпосылки. Метод компрессионных кривых. Расчет остаточной величины осадки грунта основания и её изменения во времени. Определение упругой осадки насыпи на слабом основании. Проектирование мероприятий по обеспечению допустимых осадок в эксплуатации.
8	<b>Проектирование защиты земляного полотна от размыва.</b> Планировка поверхности земляного полотна. Укрепительные сооружения. Создание дерновых покровов. Проектирование каменных набросок, бетонных покрытий и сооружений из габионных конструкций. Расчет параметров укреплений. Проектирование обратного фильтра. Защита от волноприбора.
9	<b>Проектирование водосборно-водоотводных сооружений.</b> Основные требования к водоотводным сооружениям. Проектирование продольных канав. Расчет живого сечения канавы. Проектирование водоотводных лотков и водоотводов специального профиля при больших уклонах.
10	<b>Проектирование дренажных сооружений гравитационного типа.</b> Сфера применения и эффективность гравитационных дренажей Основные требования к проектированию трассы гравитационных дренажей. Определение глубины заложения дренажа. Расчет притока воды в дренаж и определение размеров дрен. Проектирование дренажных засыпок в траншеи. Проектирование устройств дренажа (колодцев, выпуска).
11	<b>Противопучинные устройства.</b> Морозное пучение и пучины. Интенсивность пучения, методы определения. Теоретические основы тепловых процессов промерзания-оттаивания в земляном полотне. Уравнение Фурье и задача Стефана. Уравнение эквивалентности проф. Г.М. Шахунянца. Численные решения задач промерзания-оттаивания земляного полотна. Проектирование противопучинных покрытий и морозозащитных слоев.
12	<b>Проектирование сооружений и устройств по регулированию гравитационных процессов.</b> Проектирование равноустойчивых откосов, террасирования откосов выемок, поддерживающих сооружений и габионных конструкций.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
13	Проектирование земляного полотна при строительстве второго пути. Требования к пристраиваемому земляному полотну. Выбор грунтов, междупутных расстояний, нарезка уступов, раскрытие выемок.
14	Характеристика длительно эксплуатируемого земляного полотна. Параметры эксплуатируемого земляного полотна. Дефекты и деформации.
15	Организация, планирование и технологии выполнения работ по текущему содержанию земляного полотна. Линейные предприятия по текущему содержанию земляного полотна. Виды работ по содержанию земляного полотна, формы технического паспорта в части земляного полотна. Требования инструкции по содержанию земляного полотна.
16	Усиление основной площадки земляного полотна. Проектирование и расчет защитного слоя для усиления. Применение в защитном слое геосинтетических материалов. Технологические схемы создания защитного слоя при капитальном ремонте пути.
17	Реконструкция и ремонт водоотводных и дренажных сооружений. Технологические схемы восстановления водоотводных сооружений в выемке и устройства подкюветного дренажа.
18	Противодеформационные мероприятия при недостатке устойчивости откосов. Проектирование и расчет контрбанкетов, подпорных стен, анкерных устройств. Технологические схемы усиления высоких насыпей на прочном основании.
19	Противодеформационные мероприятия при недостатке устойчивости откосов. Проектирование и расчет контрбанкетов, подпорных стен, анкерных устройств. Технологические схемы усиления высоких насыпей на прочном основании.
20	Усиление земляного полотна при реконструкции и ремонтах пути. Требования к земляному полотну после реконструкции или ремонта. Проектные решения, технологические схемы ликвидации дефектов и деформаций земляного полотна.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Поперечные профили и элементы поперечных профилей. Насыпи, выемки, нулевые места и поперечные профили на косогорах. Грунты для насыпей и определение степени уплотнения грунта насыпи. Типы оснований насыпей, их классификация по влажности и прочности. Определение формы и ширины основной площадки земляного полотна. Назначение крутизны откосов насыпей и выемок.
2	Типовое и индивидуальное проектирование земляного полотна. Примеры типовых и групповых поперечных профилей насыпей и выемок. Особенности индивидуального проектирования: примеры необходимых дополнительных исходных данных и обоснований для разных случаев индивидуального проектирования.
3	Нагрузки на земляное полотно Определение интенсивности и ширины приложения нагрузок от веса верхнего строения пути и подвижного состава. Учет динамического воздействия подвижного состава. Вычисление напряжений на основной площадке от действия подвижного состава и выбор расчетных величин.
4	Напряженно-деформированное состояние (НДС) земляного полотна. Расчет напряжений в рабочей зоне земляного полотна аналитическими методами. Освоение методов численного моделирования в программном комплексе Midas: подготовка исходных данных грунтов

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	в упругой и упруго-пластической моделях, разбивка поперечного профиля земляного полотна на конечные элементы.
5	<b>Несущая способность земляного полотна и основания (прочность грунтов).</b> Расчет прочности грунта рабочей зоны земляного полотна и несущей способности основания с помощью аналитических методов. Проектирование защитного слоя по условию прочности грунта. Освоение методов численного моделирования в программном комплексе Midas: составление уравнений в модели Мора-Кулана и модели упрочняющегося тела.
6	<b>Несущая способность земляного полотна (устойчивость откосов).</b> Оценка устойчивости поперечного профиля высокой насыпи в условиях подтопления с учетом гидродинамической силы. Освоение расчета устойчивости классическим методом предельного равновесия сил в программном комплексе Geo-5. Выполнение оценки устойчивости методом конечных элементов в программном комплексе Midas. Сравнение результатов расчетов по двум методам.
7	<b>Осадки насыпей.</b> Расчет остаточной осадки высокой насыпи на слабом основании методом послойного суммирования на основе компрессионных кривых. Определение изменения величины осадки во времени. Проектирование мероприятий по устранению последствий остаточной осадки в эксплуатации или снижению её величины до допустимых величин. Аналитическое определение упругой осадки насыпи на болоте с применением метода компрессионных кривых. Освоение определения величин упругих и остаточных осадок в программном комплексе Geo-5. Сравнение результатов расчета аналитическим методом и в программном комплексе.
8	<b>Проектирование защиты земляного полотна от размыва.</b> Проектирование укрепления откоса высокой насыпи в условиях подтопления каменными набросками и железобетонными покрытиями. Подбор параметров обратного фильтра.
9	<b>Проектирование водосборно-водоотводных сооружений.</b> Проектирование нагорной канавы в выемке. Расчет живого сечения канавы и выбор типа укрепления.
10	<b>Проектирование дренажных сооружений гравитационного типа.</b> Проектирование подкюветного дренажа в выемке: определение эффективности, расчет глубины траншеи, определение притока воды в дренаж, расчет диаметра дрены и количества отверстий в трубе. Проектирование дренажной засыпки. Расчет срока осушения. Проектирование дренажных колодцев и выпуска дренажа.
11	<b>Проектирование противопучинных устройств.</b> Расчет глубины промерзания в выемке методом эквивалентности промерзания проф. Г.М. Шахунянца. Освоение расчета глубины промерзания в земляном полотне методом конечных разностей в программном комплексе Frost 3D. Расчет величины пучения и сравнение с допустимым пучением. Расчет толщины морозозащитного слоя и проектирование противопучинных покрытий и защитных слоев.
12	<b>Усиление основной площадки земляного полотна на участке ремонта пути.</b> Расчет толщины защитного слоя с учетом применения геосинтетических материалов. Выбор технологии выполнения работ и ведущей машины. Определение продолжительности работ. Разработка технологического процесса.
13	<b>Восстановление водоотвода от основной площадки в выемке.</b> Выбор типа водоотводного сооружения, проектирование его продольного профиля и конструктивных параметров. Выбор технологии выполнения работ и ведущей машины. Определение продолжительности работ. Разработка технологического процесса.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Выполнение курсового проекта.
2	Работа с лекционным материалом
3	Работа с литературой
4	Подготовка к защите курсового проекта
5	Подготовка к практическим занятиям
6	Выполнение курсового проекта.
7	Подготовка к промежуточной аттестации.
8	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

В течение семестра студент выполняет курсовой проект по теме «Индивидуальное проектирование земляного полотна».

Курсовой проект состоит из кейс-заданий, исходные данные для которых каждому студенту выдаются в соответствии с индивидуальным вариантом.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Железнодорожный путь. Е.С. Ашпиз Книга 2013	
2	Технология, механизация и автоматизация путевых работ. Э.В. Воробьев, Е.С. Ашпиз, А.А. Сидраков Книга 2014	

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ): <http://library.miiit.ru>

Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: <https://www.docs.cntd.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Офисный пакет приложений Microsoft Office;



Программный комплекс «Autodesk AutoCAD»;

Программный комплекс «GEO 5»;

Программный комплекс «Midas GTX NX».

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория с мультимедиа аппаратурой.

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оснащенная мультимедиа аппаратурой и ПК с необходимым программным обеспечением и подключением к сети интернет.

Тяжелая лаборатория "Путь и путевое хозяйство"

Система простого сдвига для динамических испытаний грунтов с сервоуправлением SSH-100, натрузка 20 кН. частота до 20 Гц. SSH-100.

Система со статическим нагружением для определения прочностных и деформационных характеристик фунтов при трехосных испытаниях. 6 (шесть) стабилометров. НМ-5020

Сервопневматическая система для испытаний ненасыщенных грунтов в условиях

трехосного сжатия USTX-2000

Рабочее место лаборанта (N=0,5 кВт, 220 в, 1ф.) в составе:

- Табурет вращающийся газ-лифт с опорой для ног, металл/кожзам

- Стол лабораторный лдсп 1500x900 мм (комплектация: полки, блок розеток на

220В(3 шт.), люминесцентные светильники, тумба подк.)

СЛВп-М ЛАМО 1500/900

Мойка из нерж стали, 600x600x870 мм

2 Тяжелая лаборатория "Путь и путевое хозяйство"

Пылеулавливающие агрегат. 600 м3/час. Эффект-ть очистки 92%. 580x803x1342 мм. 37380 В. P=0.75 кВт. По типу ПП-600>У

Рабочее место лаборанта (N=0.5 кВт. 1/220 в) в составе: Табурет вращающийся газ-лифт с опорой для ног. ме-тапп'кожзам. Стол лабораторный лдсп 1500x900 мм .ком-плектация. полки, блок розеток на 220В(3 шт.). люминесцентные светильник, тумба подо т мая. По типу стол лабораторный

большой 1500/900 СЛВл-МЛАМО

Полностью автоматизированный сярвогидраагмческий вращательный компактор со встроенным подогревом смеси. Силовая рама. 2400x1000x1200

мм 220 В. 50 Гц. 1 фаза. 25 А - для всей системы включая «легрированный привод и систему нагрева. Розетка либо прямое подключение компрессора 380 В. 50 Гц. 3 фазы.

5.5 кВт. 32 А. Одна розетка для осушителя воздуха 220В. 6А. Одна(1) бытовая розетка для запаса. 220 В. 50 Гц. Выделенные линии подвода питания с предохранителями в цели (как минимум для системы). Заземление. Сжатый воздух: Да. В комплект поставки включен компрессор достаточен производительности и мощности для работы системы. Производительность не менее 280 литров в минуту давление не менее 700 кПа. Возможно подключение к общей линии

подачи сжатого воздуха.

Сварочный пост (оборудование + рабочее место + вытяжная система), 2400x900x1835 мм. Пр-ть вентилятора 2000 мЗЛтас. 3/380 В. P=3 кВт.

Станок сверлильный напольный. 485x355x1635 мм. 3'400 В. P=1.1 кВт

Станок вертикально-фрезерный. 2280x1965x2265 мм. 3/380 В. P=7,5 кВт.

6P12

Отрезной станок для кернов диаметром от 25 до 150 мм. 1130x590x1370 мм. 3/380 В.

P=3 кВт.

ST450S

Торцешлифовальный станок RSG-200.1000x1500x2000 мм. 3'380В. 15 кВт.

RSG-200

Станок с регулируемым давлением для получения кернов. 686x386x1270 мм. 3080 В.

P=5.7 кВт.

RCD-250

Автоматизированным станок для распиливания образцов асфальтобетона (соответствует программе Supergrave). 2400x1800x2000 мм. 220>'380В. P=4 кВт.

RLS-200

Система простого сдвига для динамических испытаний грунтов с сервоуправлением, нагрузка 20 кН. частота до 20 Гц. SSH-100. Габаритные размеры системы:

1440x590x1100 мм.

380 В. 50 Гц. 3 фазы. 7.5 кВт. 40 А - для насосной станции, прямое (либо розетка) подключение. 380 В. 50 Гц. 3 фазы. 5.5

кВт. 32 А - для компрессора, прямое (либо розетка) подключение.осушитель воздуха 220В. 6 А одна розетка. Одна (1) розетка для контроллера 220В. 50 Гц. не менее 16А. Розетки для персонального компьютера (монитор, системный блок, принтер, источник бесперебойного питания. 1 запасная розетка) - 5 розеток (220 В. 50 Гц. 1 фаза. 6А).

4 розетки 220 В. 50 Гц. 12 А для подключения дополнительной оснастки (деаэратор. насос, преобразователь).Выделенные линии подвода питания с предохранителями в цепи (как минимум для контроллера). Заземление.

Сжатый воздух: да. В комплект поставки включен компрессор достаточной производительности и мощности для работы системы. Производительность не менее 140 литров в минуту давление не менее 800 кПа.

Нужен подвод и слив воды для охлаждения насосной станции.

Бытовой водопровод и канализация достаточно. 5-8 л/мин при 20С. давление 3.5-4 атм.

SSH-100

Система со статически нагружением для определения прочностных и деформационных характеристик грунтов при трехосных испытаниях, 6 (шесть) стабилметров. Силовая рама 1250 x 640 x 570 мм.

HM-5020

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 8 семестре.

Экзамен в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

заведующий кафедрой, доцент, д.н.  
кафедры «Путь и путевое  
хозяйство»

Е.С. Ашпиз

Согласовано:

Заведующий кафедрой ППХ

Е.С. Ашпиз

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова