

**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)**

**Механика подземных сооружений**

Специальность: 23.05.06 Строительство железных дорог,  
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Тоннели и метрополитены

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: 2153  
Подписал: заведующий кафедрой Зылёв Владимир Борисович  
Дата: 03.03.2023

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

Целью изучения дисциплины является получения теоретических знаний в области тоннелестроения, освоение методов расчёта транспортных тоннелей, с учётом взаимодействия конструкций с массивом грунта, как на стадии возведения сооружений, так и на стадии эксплуатации.

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

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

**ОПК-10** - Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности;

**ПК-6** - способен принимать решения в области научно-исследовательских задач транспортного строительства, применяя нормативную базу, теоретические основы, опыт строительства и эксплуатации транспортных путей и сооружений;

**ПК-21** - способностью аналитически оценить характер взаимодействия подземного сооружения с вмещающим его горным массивом и определить напряженно-деформированное состояние системы "обделка тоннеля - грунтовый массив".

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

### **Знать:**

Требования охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды при выполнении строительно-монтажных, ремонтных работ и работ по реконструкции строительных объектов правила и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию и эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов, объектов жилищнокоммунального хозяйства, правил приемки образцов продукции, выпускаемой предприятием.

### **Уметь:**

Организовать профилактические осмотры, ремонт, приемку и освоение вводимого оборудования, составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования, инженерных систем осуществлять организацию и планирование технической эксплуатации зданий и сооружений, объектов

жилищно-коммунального хозяйства с целью обеспечения надежности, экономичности и безопасности их функционирования.

**Владеть:**

Технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем,

производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования

методами опытной проверки оборудования и средств технологического обеспечения

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 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 1
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

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 24 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	<p><b>Раздел 1 Модели сплошных сред</b></p> <p>Тема 1.1 Механические модели и напряжённо-деформированное состояние горных пород. Основные понятия механики сплошных сред. Основные свойства сплошной среды. Основные зависимости механики сплошных сред. Напряжённое состояние. Напряжения и деформации. Тензор деформаций.</p> <p>Тема 1.2 Геомеханические модели грунтовых массивов. Упругая среда. Жёстко пластическая среда. Основные понятия и зависимости. Соотношения между упругими постоянными.</p> <p>Тема 1.3 Упруго пластическая среда. Реологические модели. Вязкоупругие модели и вязкопластические модели</p> <p>Тема 1.4 Напряжённое состояние массива. Начальные напряжения постоянные (статические) напряжения массива пород. Тектонические или избыточные напряжения. Сейсмические напряжения.</p> <p>Расчётные схемы. Задача Кирша. Выработки мелкого заложения. Решения Арамановича И.Г и Гольдберга А.М</p> <p>Тема 1.5 Количественная оценка гравитационного воздействия. Устойчивость незакрепленной выработки. Понятие о горном давлении. Прогноз устойчивости выработки</p> <p>Тема 1.6 Дифференциальные уравнения равновесия и движения среды при осесимметричных воздействиях. Напряжённо деформированное состояние при статических воздействиях. Примеры</p> <p>Тема 1.7 Определение напряжений на контактах слоёв. Коэффициенты передачи напряжений. Взаимодействие обделки с грунтовым массивом.</p>
2	<p><b>Раздел 2 Принципы расчета обделок подземных сооружений</b></p> <p>Тема 2.1 Понятие устойчивости крепи. Устойчивость обделки, погружённой в жидкость. Устойчивость обделок в массиве горных пород.</p> <p>Тема 2.2 Расчет обделок по схеме стержневой конструкции в упругой среде. Программные комплексы для расчёта подземных сооружений</p> <p>Тема 2.3 Теорема взаимности. Аналитические выражения для расчёта параметров колебаний поверхности упругого полупространства от сосредоточенной силы, действующей внутри пространства. Распространение волн напряжений от точечных источников разного типа, действующих в бесконечной упругой среде</p>
3	<p><b>Раздел 3 Воздействие на окружающую среду при проходке тоннелей.</b></p> <p>Тема 3.1 Динамические воздействия на здания при проходке тоннелей щитовым способом.</p> <p>Тема 3.2 Воздействия на здания вибраций, создаваемых поездами метрополитена при эксплуатации линий метро мелкого заложения</p> <p>Тема 3.3 Учёт возможного разжижения основания и всплытия. Расчёт конструкций тоннельных обделок с шарнирными</p>

##### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Раздел 1</p> <p>1. Механические модели и напряжённо-деформированное состояние горных пород. Основные зависимости механики сплошных сред. Напряжённое состояние. Напряжения и деформации. Тензор деформаций.</p> <p>Геомеханические модели грунтовых массивов. Упругая среда. Жёстко пластическая среда. Основные понятия и зависимости. Соотношения между упругими постоянными. Упруго пластическая среда. Реологические модели. Вязкоупругие модели и вязкопластические модели.</p> <p>2. Начальные напряжения постоянные (статические) напряжения массива пород. Тектонические или избыточные напряжения. Сейсмические напряжения.</p> <p>Начальное напряжённое состояние грунтового массива. Расчётные схемы. Задача Кирша. Выработки мелкого заложения. Решения И.Г. Арамановича и А.М. Гольдберга. Количественная оценка гравитационного воздействия. Устойчивость незакрепленной выработки. Понятие о горном давлении. Прогноз устойчивости выработки</p>
2	<p>Раздел 2</p> <p>1. Дифференциальные уравнения равновесия и движения среды при асимметричных воздействиях. Напряжённо деформированное состояние при статических воздействиях. Примеры</p> <p>2. Определение напряжений на контактах слоёв. Коэффициенты передачи напряжений. Примеры</p> <p>3. Понятие устойчивости крепи. Устойчивость обделки, погружённой в жидкость. Устойчивость обделок в массиве горных пород. Примеры расчёта</p> <p>4. Воздействия на здания вибраций, создаваемых поездами метрополитена при эксплуатации линий метро мелкого заложения. Классификация обделок. Монолитные бетонные и железобетонные обделки. Сборные бетонные и железобетонные обделки. Рамная металлическая крепь. Набрызгбетонная крепь. Анкерная крепь.</p>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к промежуточной аттестации.
2	Подготовка к текущему контролю
3	Работа с лекционным материалом
4	Работа с литературой
5	Подготовка к зачету
6	Подготовка к промежуточной аттестации.
7	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Механика подземных сооружений в примерах и задачах Н.С.Булычев Однотомное издание Недра , 1989	НТБ (фб.); НТБ (чз.1)
2	Проектирование технологии строительства тоннелей, расположенных в слабоустойчивых грунтах и	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.1); НТБ (фб.); НТБ (чз.4)

	сооружаемых с применением спецспособов М.Г. Бикинцев; МИИТ. Каф. "Тоннели и метрополитены" Однотомное издание МИИТ , 2003	
3	Горный способ сооружения тоннелей при строительстве Байкало-Амурской магистрали В.К. Сергеев, В.П. Мынкин; Каф. "Тоннели и метрополитены" Однотомное издание МИИТ , 2003	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.1); НТБ (фб.); НТБ (чз.4)
4	Справочник инженера-тоннельщика Г.М. Богомолов, Д.М. Голицынский, С.И. Сеславинский и др.; Под ред. В.Е. Меркина, С.Н. Власова, О.Н. Макарова Однотомное издание Транспорт , 1993	НТБ (уч.1); НТБ (фб.)
5	Расчет сборных круговых тоннельных обделок Н.Г. Туренский, А.Н. Сонин; МИИТ. Каф. "Тоннели и метрополитены" Однотомное издание МИИТ , 1982	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.1); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)
6	Тоннели и метрополитены В.Г. Храпов, Е.А. Демешко, С.Н. Наумов и др.; Под ред. В.Г. Храпова Однотомное издание Транспорт , 1989	НТБ (уч.1); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)
7	СП 120.13330. 2012 Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003 Госстрой России Однотомное издание Минрегион , 2012	НТБ (чз.4)
8	Горный способ сооружения тоннелей при строительстве Байкало-Амурской магистрали В.К. Сергеев, В.П. Мынкин; Каф. "Тоннели и метрополитены" Однотомное издание МИИТ , 2003	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.1); НТБ (фб.); НТБ (чз.4)

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

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».

3. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

4. <http://www.complexdoc.ru/> - база нормативной технической документации.

5. <http://instructionsrzd.ucoz.ru/> - Железнодорожная литература для разных специальностей.

6. <https://1жд.рф/> - первый железнодорожный технологический портал

7. <http://rosavtodor.ru/> - сайт ФДА РОСАВТОДОР

8. <https://www.mintrans.ru/> - сайт Министерства транспорта РФ

9. <https://studfiles.net/> - файловый архив студентов

10. <https://e.lanbook.com/> - электронно-библиотечная система «Лань»

11. <http://www.infosait.ru/> - библиотека гостей, стандартов и нормативов

12. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

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

1. AutoCAD – выполнение чертежей при курсовом проектировании.

2. MSC NASTRAN – статические расчеты несущих конструкций подземных сооружений;

3. PLAXIS – программный комплекс для расчёта параметров специальных способов сооружения тоннелей.

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

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET, компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0

4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.

Тяжелая лаборатория "Строительная механика"

Устройство для определения водоудерживающей характеристики грунта SWC-150. Силовая

рама 580 x 310 x 310 мм

Рабочее место лаборанта (N=0,5 кВт, 1/220 в) 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 подкат. По типу стол лабораторный большой 1500/900 СЛВп-М ЛАМО

Копёр маятниковый РН-450, 450 Дж. Силовая рама: 2180x840x1950мм

Универсальная высокостабильная климатическая камера тепло-влажносто-холод с источником освещения КХТВ-МО, 300л. Климатическая камера: 1800x2100x900 мм

Электромеханическая испытательная система с нагрузками до 10 кН для испытаний

геосинтетических материалов и других армирующих материалов HLE-10. Силовая рама:

1600x710x760 мм

Универсальная электромеханическая испытательная система HLE-250 с нагрузкой до

250 кН и системой анализа деформированного состояния VDA-3D при испытаниях об-

разцов материалов (для ж/д) и конструкций для определения деформационных ха-

рактеристик. Силовая рама: 4620x1300x1650 мм.

HLE-250

Система для испытаний грунтов на прямой/остаточный сдвиг с сервоуправлением от

персонального компьютера, нагрузка до 20 кН. Габаритные размеры системы:

1980x620x1030 мм.

SDS-100

Твердомеры (твердомер по методу Бржелля; твердомер по методу Роквелла; твер-

домер по методу Виосерса). Твердомер Бринелля габаритные размеры: 000x620x400

мм. Твердомер Вюлерса габаритные размеры: 850x600x450 мм

Твердомер Бринелля - одна розетка 220 В. 50 Гц. 1 фаза 16Д. PLT-2W

Твердомер Роквелла - одна розетка 220 В. 50 Гц. 1 фаза 14А.

Переносная цифровая система для испытаний строительных материалов, скальных

грунтов при точечном нагружении (сосредоточенной нагрузкой).

Габаритные размеры

системы. 410x480x230 мм.

Система для испытаний грунтов, образцов щебня, армированных геотекстилем и георешеткой на прямой/остаточный сдвиг, уплотнение, жесткость с сервоуправлением

от персонального компьютера, SDS-300 HLE-250



Система для динамических испытаний с осевой нагрузкой и кручением полых цилиндров в стабилометре с внешним куполом, диаметр образцов до 100 мм. частота до 70

Гц. НСА-150

Резонансная система для испытаний на сдвиг при кручении в условиях трехосного сжатия, образец от 25 до 75 мм в диаметре. Силовая рама 1120 x 590 x 810 мм.

TSH-10D

Независимая полностью автоматизированная система для проведения трехосных испытаний асфальтобетона по программе Supergrave в различных температурных усло-

виях. испытаний с одноосным нагружением. Силовая рама: 1430x710x1080мм.

АМРТ-15

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Мосты и  
тоннели»

Е.А. Пестрякова

Согласовано:

Заведующий кафедрой МиТ

А.А. Пискунов

Заведующий кафедрой СМ

В.Б. Зылёв

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова