

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИПСС

 Т.В. Шепитько

20 января 2020 г.

Кафедра «Мосты и тоннели»

Автор Курбацкий Евгений Николаевич, д.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Механика подземных сооружений**


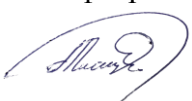
Специальность: 23.05.06 – Строительство железных дорог,  
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Мосты

Квалификация выпускника: Инженер путей сообщения

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2019

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 5 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p> <p style="text-align: center;"> М.Ф. Гуськова</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 15 24 июня 2019 г. Заведующий кафедрой</p> <p style="text-align: center;"> А.А. Пискунов</p>
---	--

Рабочая программа учебной 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: 941027  
Подписал: Заведующий кафедрой Пискунов Александр  
Алексеевич  
Дата: 24.06.2019

Москва 2020 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью изучения дисциплины «Механика подземных сооружений» 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. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Механика подземных сооружений" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Динамика и устойчивость транспортных сооружений:**

**Знания:** Основные уравнения свободных и вынужденных колебаний систем с одной и несколькими степенями свободы. Уравнения вынужденных колебаний при ударных, гармонических воздействиях, воздействиях подвижной нагрузки, различного вида ветровой нагрузки, при сейсмическом воздействии.

**Умения:** составлять уравнения движения для разнообразных видов расчетных схем, как в линейной, так и в нелинейной постановке.

**Навыки:** Аналитическими методами и численными методами анализа динамического поведения упругих систем

#### **2.1.2. Теоретическая механика:**

**Знания:** основные законы и принципы равновесия и движения материальных тел на основе моделирования

**Умения:** выполнять математические операции и действия на основе законов и принципов механики

**Навыки:** способностью применения методов математического анализа и моделирования к решению практических задач

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКС-10 способность разрабатывать проекты и схемы технологических процессов строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации мостов, тоннелей, метрополитенов, а также их обслуживания с использованием последних достижений в области строительной науки, в том числе с использованием BIM/ТИМ технологий.	ПКС-10.1 Знать организационно-технологические схемы по сооружению мостов и водопропускных труб; технику и технологии, организацию работ. ПКС-10.2 Уметь разрабатывать организационно-технологические схемы на сооружение, капитальный ремонт и реконструкцию эксплуатируемых мостовых сооружений. ПКС-10.3 Владеть приемами выполнения различных технологических операций при строительстве мостов.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

2 зачетные единицы (72 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 8
Контактная работа	56	56,15
Аудиторные занятия (всего):	56	56
В том числе:		
лекции (Л)	28	28
практические (ПЗ) и семинарские (С)	28	28
Самостоятельная работа (всего)	16	16
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	72	72
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	2.0	2.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ТК	ТК
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Диф.зачёт	Диф.зачёт

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	Раздел 1 Модели сплошных сред	8		18			26	
2	8	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.	8		14			22	
3	8	Раздел 2 Напряжённое состояние массива	8		3			11	ТК, Контрольные вопросы
4	8	Тема 2.1 Начальные напряжения постоянные (статические) напряжения массива пород. Тектонические или избыточные напряжения. Сейсмические напряжения. Взаимодействие обделки с грунтовым массивом. Сущность процесса. Этапы взаимодействия. Графическая интерпретация характера взаимодействия обделки с грунтовым массивом. Режимы работы обделок	8					8	
5	8	Раздел 3 Принципы расчета обделок подземных сооружений	6		5		8	19	
6	8	Тема 3.1 Понятие устойчивости крепи. Устойчивость обделки, погружённой в	6					6	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		жидкость. Устойчивость обделок в массиве горных пород. Теорема взаимности. Распространение волн напряжений от точечных источников разного типа, действующих в бесконечной упругой среде							
7	8	Раздел 4 Воздействие на окружающую среду при проходке тоннелей.(продолжение)	6		2		8	16	Контрольные вопросы
8	8	Тема 4.1 Динамические воздействия на здания при проходке тоннелей щитовым способом. Воздействия на здания вибраций, создаваемых поездами метрополитена при эксплуатации линий метро мелкого заложения. Учёт возможного разжижения основания и всплытия. Расчёт конструкций тоннельных обделок с шарнирными соединениями	6					6	
9	8	Раздел 5 Дифференцированный зачет						0	Диф.зачёт
10		Всего:	28		28		16	72	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 28 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 1 Модели сплошных сред	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.	14
2	8	РАЗДЕЛ 1 Модели сплошных сред	Механические модели и напряжённо-деформированное состояние горных пород. Основные зависимости механики сплошных сред. Напряжённое состояние. Напряжения и деформации. Тензор деформаций.	2
3	8	РАЗДЕЛ 1 Модели сплошных сред	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	2
4	8	РАЗДЕЛ 2 Напряжённое состояние массива	Начальные напряжения постоянные (статические) напряжения массива пород. Тектонические или избыточные напряжения. Сейсмические напряжения	2
5	8	РАЗДЕЛ 2 Напряжённое состояние массива	Начальное напряженное 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	1
6	8	РАЗДЕЛ 3 Принципы расчета обделок подземных сооружений	Дифференциальные уравнения равновесия и движения среды при асимметричных воздействиях. Напряжённо деформированное состояние при статических воздействиях. Примеры	2
7	8	РАЗДЕЛ 3 Принципы расчета обделок подземных сооружений	Определение напряжений на контактах слоёв. Коэффициенты передачи напряжений. Примеры	2



№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
8	8	РАЗДЕЛ 3 Принципы расчета обделок подземных сооружений	Понятие устойчивости крепи. Устойчивость обделки, погружённой в жидкость. Устойчивость обделок в массиве горных пород. Примеры расчёта	1
9	8	РАЗДЕЛ 4 Воздействие на окружающую среду при проходке тоннелей.(продолжение)	Воздействия на здания вибраций, создаваемых поездами метрополитена при эксплуатации линий метро мелкого заложения	1
10	8	РАЗДЕЛ 4 Воздействие на окружающую среду при проходке тоннелей.(продолжение)	Классификация обделок. Монолитные бетонные и железобетонные обделки. Сборные бетонные и железобетонные обделки. Рамная металлическая крепь. Набрызгбетонная крепь. Анкерная крепь.	1
ВСЕГО:				28/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для обеспечения качественного образовательного процесса по данной дисциплине применяются следующие образовательные технологии: традиционные: лекции, семинарские занятия, практические занятия, диспут. интерактивные: вебинары (электронные семинары), чат, форумы, интернет-конференции; самостоятельная работа студентов.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 3 Принципы расчета обделок подземных сооружений	Работа с основной и дополнительной литературой и интернет-источниками; подготовка докладов и сообщений	8
2	8	РАЗДЕЛ 4 Воздействие на окружающую среду при проходке тоннелей.(продолжение)	Работа с основной и дополнительной литературой и интернет-источниками; подготовка докладов и сообщений	8
ВСЕГО:				16

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	«Механика подземных сооружений»	Булычёв Н.С	Москва НЕДРА., 1994 НТБ МИИТ	Раздел 3
2	«Механика подземных сооружений»	Фролов Ю.С. Иванес Т.В	Санкт Петербург , 1992 НТБ МИИТ	Раздел 2
3	Тоннели и метрополитены	Храпов В.Г., Демешко Е.А.и др.	М.: Транспорт , 1989 НТБ МИИТ	Раздел 1
4	Свод правил СП 120.13330. 2012 Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003		(МИНРЕГИОН РОССИИ) МОСКВА , 2012 НТБ МИИТ	Раздел 1

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
5	Справочник инженера-тоннелищика	Д.М. Голицынский ,В.Е. Меркина.и др	М.: Транспорт, 1993	Все разделы
6	Теория упругости Региональная экономика и управление: учебное пособие	Тимошенко, С.П Гудьер Дж.	М.: Наука , 1979	Все разделы
7	Метрополитены	Фролов Ю.С., Голицынский Д.М., Ледяев А.П	М., "Желдориздат", 2001	Все разделы
8	Горный способ сооружения тоннелей при строительстве тоннелей БАМ	В.К. Сергеев, В.П. Мынкин	Москва, МИИТ, 2003	Все разделы
9	Использование теоремы взаимности для оценки уровней вибраций поверхности упругого полупространства от точечного источника, расположенного внутри полупространства”	Курбацкий Е.Н.	Вестник МИИТа №13, 2005	Все разделы

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

? <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».

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

? Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

? Журнал "МЕТРО"

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

- ? AutoCAD – выполнение чертежей при курсовом проектировании.
- ? MSC NASTRAN – статические расчеты несущих конструкций подземных сооружений;
- ? PLAXIS – программный комплекс для расчёта параметров специальных способов сооружения тоннелей.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с рабочими местами в компьютерном классе. Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже 2007.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе.

Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала, после лекции и во время специально организуемых индивидуальных встреч он может задать лектору интересующие его вопросы.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций: 1. Познавательно-обучающая; 2. Развивающая; 3.

Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6.

Организирующая; 7. информационная.

Выполнение практических заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике.

Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, являются важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение практических занятий не сводится только к органическому дополнению лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форма текущего контроля за отношением обучающихся к учебе, за уровнем их знаний, а следовательно, и как один из важных каналов для своевременного подтягивания отстающих обучающихся.

При подготовке специалиста важны не только серьезная теоретическая подготовка, знание основ надежности подвижного состава, но и умение ориентироваться в разнообразных практических ситуациях, ежедневно возникающих в его деятельности. Этому способствует форма обучения в виде практических занятий. Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с учебной литературой, формирование у обучающихся умений и навыков работы с исходными данными, научной литературой и специальными документами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и литературой, указанной в плане этих занятий.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и тестовые материалы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Фонд оценочных средств является составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисциплины.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература.