

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Тоннели и метрополитены»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.17 «МЕХАНИКА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ»

для специальности

23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей»

по специализации

«Тоннели и метрополитены»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт – Петербург
2023

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «МЕХАНИКА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ» (Б1.В.17) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 218, профессионального стандарта «Специалист в области проектирования транспортных тоннелей», утвержденного «18» апреля 2022 г., приказ Минобрнауки России № 218н, а также на основе анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда, обобщения отечественного и зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники.

Целью изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний в области расчета подземных сооружений; освоение методов прогнозирования процессов, происходящих в грунтовом массиве, нарушенном выработкой, с целью разработки надежных, эффективных и экономичных проектных решений.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- систематизация ранее полученных знаний в области механики и укрепление их взаимосвязи со знаниями в предметной области;
- развитие способности к проектной и научно-исследовательской деятельности в области транспортного тоннелестроения;
- освоение методик статического расчета конструкций транспортных тоннелей и их элементов;
- формирование навыков для самостоятельного решения практических инженерных задач в области тоннеле- и метростроения на основе качественного анализа конструктивно-технологических особенностей подземного сооружения и новых прогрессивных методов их расчета.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенции) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2. Проектирование сооружений инфраструктуры железных дорог, мостов, транспортных тоннелей, метрополитенов и иных подземных сооружений	
ПК-2.1.1. Знает основные конструктивно-технологические и объемно-планировочные решения сооружений	Обучающийся знает основные конструктивно-технологические и объемно-планировочные решения сооружений
ПК-2.1.2. Знает виды и характеристики материалов и изделий, применяемых при строительстве, капитальном ремонте и реконструкции сооружений	Обучающийся знает виды и характеристики материалов и изделий, применяемых при строительстве, капитальном ремонте и реконструкции сооружений

ПК-2.2.4. Умеет анализировать инженерно-геологические и иные условия и оценивать их влияние на конструктивно-технологические решения	Обучающийся умеет анализировать инженерно-геологические и иные условия и оценивать их влияние на конструктивно-технологические решения
ПК-2.3.2. Имеет навыки учета влияния инженерно-геологических и иных условий на конструктивно-технологические решения	Обучающийся имеет навыки учета влияния инженерно-геологических и иных условий на конструктивно-технологические решения
ПК-3. Организация и управление строительством сооружений инфраструктуры железных дорог, мостов, транспортных тоннелей, метрополитенов и иных подземных сооружений	
ПК-3.2.2. Умеет обосновывать применяемую технологию сооружения с учетом инженерно-геологических и иных условий	Обучающийся умеет обосновывать применяемую технологию сооружения с учетом инженерно-геологических и иных условий
ПК-6. Выполнение расчетов и информационное моделирование объектов инфраструктуры железных дорог, мостов, транспортных тоннелей, метрополитенов и иных подземных сооружений	
ПК-6.1.1. Знает классификацию и сочетания нагрузок и воздействий, основные теоретические зависимости и методики выполнения расчетов узлов и элементов сооружений, в том числе с применением современных расчетных комплексов	Обучающийся знает классификацию и сочетания нагрузок и воздействий, основные теоретические зависимости и методики выполнения расчетов узлов и элементов сооружений, в том числе с применением современных расчетных комплексов
ПК-6.1.2. Знает основные механические модели грунтов и строительных материалов	Обучающийся знает основные механические модели грунтов и строительных материалов
ПК-6.1.4. Знает общие сведения о свойствах грунтов и о совместной работе системы «крепь – грунтовый массив»	Обучающийся знает общие сведения о свойствах грунтов и о совместной работе системы «крепь – грунтовый массив»
ПК-6.2.2. Умеет обосновать геомеханическую модель на основе анализа инженерно-геологических условий	Обучающийся умеет обосновать геомеханическую модель на основе анализа инженерно-геологических условий
ПК -6.2.3. Умеет выполнять расчеты узлов и элементов сооружений с применением современных вычислительных комплексов	Обучающийся умеет выполнять расчеты узлов и элементов сооружений с применением современных вычислительных комплексов
ПК-6.3.1. Имеет навыки выполнения и оформления расчета узлов и элементов конструкций сооружений, в том числе с применением современных расчетных комплексов, а также проверки выполненных расчетов	Обучающийся имеет навыки выполнения и оформления расчета узлов и элементов конструкций сооружений, в том числе с применением современных расчетных комплексов, а также проверки выполненных расчетов
ПК-6.3.2. Имеет навыки определения технологии проходки и конструктивно-технологических параметров крепи/обделки на основе анализа системы «крепь – грунтовый массив»	Обучающийся имеет навыки определения технологии проходки и конструктивно-технологических параметров крепи/обделки на основе анализа системы «крепь – грунтовый массив»

3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
Контактная работа (по видам учебных занятий)	42	42
В том числе:		
– лекции (Л)	28	28
– практические занятия (ПЗ)	14	14
– лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	66	66
Контроль	36	36
Форма контроля знаний	Э, КР	Э, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	144 / 4	144 / 4

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
Контактная работа (по видам учебных занятий)	12	12
В том числе:		
– лекции (Л)	8	8
– практические занятия (ПЗ)	4	4
– лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	123	123
Контроль	4	4
Форма контроля знаний	Э, КР	Э, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	144 / 4	144 / 4

5. Содержание и структура дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Грунтовый массив и его физико-механические характеристики	Лекция 1. Общие положения механики подземных сооружений. Физико-механические характеристики грунтового массива: основные понятия и определения, задачи изучения дисциплины; анализ инженерно-геологических и иных условий для оценки их влияния на конструктивно-технологические решения тоннелей; физические, прочностные, деформационные и реологические характеристики грунтов	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1 ПК-6.1.4
		Практическое занятие 1. Определение свойств грунтового массива: анализ инженерно-геологических условий; корректировка характеристик в грунтовом	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1 ПК-6.1.4

		массиве с учетом структурной нарушенности массива в программе PASSPORT; начальное напряженное состояние массива: определение вертикальной составляющей начального напряженного состояния грунтового массива; определение коэффициента бокового давления	
		Лекция 2. Начальное напряженное состояние грунтового массива: свойства грунтового массива: сплошность, раздельность, изотропность, анизотропность, однородность, неоднородность; зависимость начального напряженного состояния от условий формирования массива и от физико-механических свойств грунтов	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Самостоятельная работа: анизотропности массива; влияние трещиноватости на физико-механические характеристики массива	ПК-2.2.4
2	Оценка устойчивости незакрепленной выработки	Лекция 3. Геомеханические модели грунтового массива: математическое моделирование процессов раскрытия выработки; геомеханические модели: линейно деформируемая модель (закон Гука), понятие о поверхности и кривой текучести, упругопластические модели (Мора-Кулона, Друкера-Прагера, Hardening Soil), жесткопластическая модель, реологические модели	ПК-6.1.1 ПК-6.1.2
		Лекция 4. Прогноз устойчивости выработки по условиям разрушения грунта в зонах концентрации напряжений и деформаций в массиве вблизи выработки: обоснование геомеханической модели на основе анализа инженерно-геологических условий: критерии устойчивости выработки в линейно-деформируемых грунтах, критерий устойчивости выработки в грунтах, обладающих пластическими свойствами	ПК-6.2.2
		Практическое занятие 2. Оценка устойчивости выработки, расположенной в линейно деформируемом или упругопластическом массиве: обоснование геомеханической модели на основе анализа инженерно-геологических условий: определение коэффициента устойчивости выработки в линейно деформируемом или упругопластическом массиве	ПК-6.2.2
		Лекция 5. Прогноз устойчивости выработки по условию вывалообразования: обоснование геомеханической модели на основе анализа инженерно-геологических условий: прогноз устойчивости выработки по условию вывалообразования; количественная оценка	ПК-6.2.2

		устойчивости выработок транспортных тоннелей (с определением объема обрушений) в соответствии с нормами проектирования	
		Практическое занятие 3. Определение размеров зоны обрушения грунта в жесткопластической модели: обоснование геомеханической модели на основе анализа инженерно-геологических условий: определение пролета свода обрушения по гипотезе М. М. Протоdjяконова; определение высоты свода обрушения; ответы на тестовые задания	ПК-6.2.2
		Самостоятельная работа: упругопластические модели строительных материалов, понятие о дискретной модели	ПК-6.1.1 ПК-6.1.2
3	Взаимодействие крепи с грунтовым массивом	Лекция 6. Особенности взаимодействия крепи выработки с грунтовым массивом: особенности контурной крепи из набрызг-бетона с точки зрения работы конструкции; особенности работы материала крепи при взаимодействии с грунтовым массивом; уравнение равновесных состояний грунтового массива в различных геомеханических моделях	ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-6.1.4
		Лекция 7. Этапы взаимодействия крепи с грунтовым массивом: влияние инженерно-геологических условий на конструктивно-технологические решения на примере работы программы «CONTACT»: моделирование свободного деформирование контура незакрепленной выработки, совместного деформирования крепи и массива; установившееся равновесие в системе «крепь – грунтовый массив»	ПК-2.2.4 ПК-6.1.4
		Лекция 8. Методы управления горным давлением. Метод NATM (Новоавстрийский тоннельный метод), метод ADECO-RS (Анализ и контроль деформаций в скальных и слабых грунтах): управление горным давлением; теоретическая основа метода NATM; моделирование временной крепи и расчет параметров временной крепи с использованием программы «CONTACT»; область применения метода NATM; проблема проходки тоннелей в условиях городской застройки; теоретическая основа метода ADECO-RS; моделирование временной крепи и расчет параметров временной крепи с использованием программы «CONTACT». Обоснование выбранного метода с учетом инженерно-геологических и иных условий	ПК-3.2.2 ПК-6.1.4
		Практическое занятие 4. Управление горным давлением: подведение итогов тестирования; решение уравнений совместности деформаций	ПК-2.3.2 ПК-6.3.2 ПК-6.1.4

		<p>контура выработки и наружного контура крепи из набрызгбетона в программе «CONTACT» для жесткой и для податливой крепи по технологии NATM</p>	
		<p>Лекция 9. Расчет крепей, работающих в режиме взаимовлияющих деформаций: режим взаимовлияющих деформаций; принцип расчета крепей, работающих в режиме взаимовлияющих деформаций</p>	<p>ПК-2.1.2 ПК-6.2.3 ПК-6.1.4</p>
		<p>Практическое занятие 5. Расчет контурной крепи из набрызгбетона: определение тангенциальных напряжений в конструкции крепи; расчет крепи; оценка несущей способности крепи</p>	<p>ПК-6.3.1 ПК-6.1.4</p>
		<p>Самостоятельная работа: принципы расчета обделок некругового очертания; расчет обделок кругового очертания по схеме многослойного кругового кольца</p>	<p>ПК-6.3.1 ПК-6.1.4</p>
4	<p>Взаимодействие постоянной обделки с грунтовым массивом</p>	<p>Лекция 10. Выбор модели взаимодействия обделки с грунтовым массивом: особенности монолитной обделки с точки зрения работы конструкции; учет влияния инженерно-геологических и иных условий на выбор режима взаимовлияющих деформаций или режима заданных нагрузок</p>	<p>ПК-2.1.1 ПК-2.3.2</p>
		<p>Лекция 11. Определение величины горного давления на обделку, работающую в режиме заданных нагрузок, по методу МПС и по СП 122.13330.2012 «Тоннели железнодорожные и автодорожные»: расчет величины горного давления на обделку по методу МПС; классификация нагрузок и определение их величины по СП; расчет обделок по схеме стержневой конструкции в упругой среде по методу Метрогипротранса</p>	<p>ПК-6.1.1 ПК-6.2.3</p>
		<p>Лекция 12. Оценка несущей способности тоннельных обделок, работающих в режиме заданных нагрузок: классификация предельных состояний; методы и принципы расчета подземных сооружений по предельным состояниям</p>	<p>ПК-6.2.3</p>
		<p>Практическое занятие 6. Определение горного давления на постоянную обделку: определение величины горного давления на обделку по методу МПС и по СП, сравнение результатов; определение расчетных нагрузок на обделку; ответы на тестовые задания</p>	<p>ПК-6.3.1</p>
		<p>Лекция 13. Расчет обделок с использованием метода конечных элементов: понятие о методе конечных элементов (МКЭ); расчет плоской задачи теории упругости в матричной</p>	<p>ПК-6.1.2 ПК-6.3.1</p>

		постановке; принципы построения расчетной схемы (математической модели) в МКЭ; примеры математического моделирования взаимодействия обделки с грунтом в среде MIDAS GTS NX	
		Лекция 14. Расчет обделок с использованием метода конечных элементов: этапы взаимодействия крепи/обделки с грунтовым массивом на примере решения задачи в среде MIDAS GTS NX	ПК-6.1.2 ПК-6.3.1
		Практическое занятие 7. Расчет постоянной обделки: подведение итогов тестирования; расчет несущей способности обделки по первой группе предельных состояний	ПК-2.1.2 ПК-6.3.1
		Самостоятельная работа: построения математических моделей в среде MIDAS GTS NX	ПК-6.3.1

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Грунтовой массив и его физико-механические характеристики	Лекция 1. Общие положения механики подземных сооружений. Физико-механические характеристики грунтового массива Начальное напряженное состояние грунтового массива: основные понятия и определения, задачи изучения дисциплины; анализ инженерно-геологических и иных условий для оценки их влияния на конструктивно-технологические решения тоннелей; физические, прочностные, деформационные характеристики грунтов; корректировка характеристик в грунтовой массиве с учетом структурной нарушенности массива в программе PASSPORT; начальное напряженное состояние массива: определение вертикальной составляющей начального напряженного состояния грунтового массива; определение коэффициента бокового давления; свойства грунтового массива: сплошность, раздельность, изотропность, анизотропность, однородность, неоднородность.	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1. ПК-6.1.4
		Самостоятельная работа: реологические характеристики грунтов; анизотропности массива; влияние трещиноватости на физико-механические характеристики массива; зависимость начального напряженного состояния от условий формирования массива и от физико-механических свойств грунтов	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1. ПК-6.1.4

2	Оценка устойчивости незакрепленной выработки	<p>Лекция 2. Геомеханические модели грунтового массива. Прогноз устойчивости выработки по условиям разрушения грунта в зонах концентрации напряжений и деформаций в массиве вблизи выработки. Прогноз устойчивости выработки по условию вывалообразования: математическое моделирование процессов раскрытия выработки; геомеханические модели: линейно деформируемая модель (закон Гука), упругопластическая модель Мора-Кулона, жесткопластическая модель;</p> <p>обоснование геомеханической модели на основе анализа инженерно-геологических условий: критерии устойчивости выработки в линейно-деформируемых грунтах, критерий устойчивости выработки в грунтах, обладающих пластическими свойствами;</p> <p>прогноз устойчивости выработки по условию вывалообразования; количественная оценка устойчивости выработок транспортных тоннелей (с определением объема обрушений) в соответствии с нормами проектирования</p>	<p>ПК-6.1.1 ПК-6.1.2 ПК-6.2.2</p>
		<p>Практическое занятие 1. Оценка устойчивости выработки, расположенной в линейно деформируемом или упругопластическом массиве. Определение размеров зоны обрушения грунта в жесткопластической модели: обоснование геомеханической модели на основе анализа инженерно-геологических условий: определение коэффициента устойчивости выработки в линейно деформируемом или упругопластическом массиве;</p> <p>определение пролета свода обрушения по гипотезе М. М. Протодьяконова; определение высоты свода обрушения</p>	<p>ПК-6.2.2</p>
		<p>Самостоятельная работа: понятие о поверхности и кривой текучести, упругопластические модели (Друкера-Прагера, Hardening Soil), реологические модели, упругопластические модели строительных материалов, понятие о дискретной модели</p>	<p>ПК-6.1.1 ПК-6.1.2</p>
3	Взаимодействие крепи с грунтовым массивом	<p>Лекция 3. Этапы взаимодействия крепи с грунтовым массивом. Методы управления горным давлением. Метод NATM (Новоавстрийский тоннельный метод), метод ADECO-RS (Анализ и контроль деформаций в скальных и слабых грунтах). Расчет крепей, работающих в режиме взаимовлияющих деформаций: уравнение равновесных состояний грунтового массива в</p>	<p>ПК-2.2.4 ПК-3.2.2 ПК-6.2.3 ПК-6.1.4</p>

		<p>различных геомеханических моделях; влияние инженерно-геологических условий на конструктивно-технологические решения на примере работы программы «CONTACT»: моделирование свободного деформирование контура незакрепленной выработки, совместного деформирования крепи и массива; установившееся равновесие в системе «крепь – грунтовый массив»;</p> <p>управление горным давлением; теоретическая основа метода NATM; моделирование временной крепи и расчет параметров временной крепи с использованием программы «CONTACT».</p> <p>режим взаимовлияющих деформаций; принцип расчета крепей, работающих в режиме взаимовлияющих деформаций</p>	
		<p>Самостоятельная работа:</p> <p>особенности контурной крепи из набрызгбетона с точки зрения работы конструкции; особенности работы материала крепи при взаимодействии с грунтовым массивом; область применения метода NATM; проблема проходки тоннелей в условиях городской застройки; теоретическая основа метода ADECO-RS</p>	<p>ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-3.2.2 ПК-6.1.4</p>
4	<p>Взаимодействие постоянной обделки с грунтовым массивом</p>	<p>Лекция 4. Определение величины горного давления на обделку, работающую в режиме заданных нагрузок, по методу МПС и по СП 122.13330.2012 «Тоннели железнодорожные и автодорожные». Оценка несущей способности тоннельных обделок: учет влияния инженерно-геологических и иных условий на выбор режима взаимовлияющих деформаций или режима заданных нагрузок;</p> <p>расчет величины горного давления на обделку по методу МПС; классификация нагрузок и определение их величины по СП; расчет обделок по схеме стержневой конструкции в упругой среде по методу Метрогипротранса; классификация предельных состояний; методы и принципы расчета подземных сооружений по предельным состояниям</p>	<p>ПК-2.1.1 ПК-2.3.2 ПК-6.1.1 ПК-6.2.3</p>
		<p>Практическое занятие 2. Управление горным давлением. Расчет контурной крепи из набрызгбетона. Определение горного давления на постоянную обделку. Расчет постоянной обделки: решение уравнений совместности деформаций контура выработки и наружного контура крепи из набрызгбетона в программе «CONTACT» для жесткой и для податливой крепи по технологии NATM;</p>	<p>ПК-6.3.1 ПК-2.3.2 ПК-6.3.2 ПК-2.1.2</p>

	определение тангенциальных напряжений в конструкции крепи; расчет крепи; оценка несущей способности крепи; определение величины горного давления на обделку по методу МПС и по СП, сравнение результатов; определение расчетных нагрузок на обделку; расчет несущей способности обделки по первой группе предельных состояний; ответы на тестовые задания	
	Самостоятельная работа: понятие о методе конечных элементов (МКЭ); принципы построения расчетной схемы (математической модели) в МКЭ; построения математических моделей в среде MIDAS GTS NX	ПК-6.1.2 ПК-6.3.1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий
Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Грунтовый массив и его физико-механические характеристики	4	2	0	13	19
2	Оценка устойчивости незакрепленной выработки	6	4	0	13	23
3	Взаимодействие крепи с грунтовым массивом	8	4	0	20	32
4	Взаимодействие постоянной обделки с грунтовым массивом	10	4	0	20	34
Итого		28	14	0	66	108
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Грунтовый массив и его физико-механические характеристики	2	0	0	25	27
2	Оценка устойчивости незакрепленной выработки	2	2	0	30	34
3	Взаимодействие крепи с грунтовым массивом	2	0	0	33	35
4	Взаимодействие постоянной обделки с грунтовым массивом	2	2	0	35	39
Итого		8	4	0	123	135
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные средства по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. . Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- Система тестирования Qumo QClick;
- ПО «CONTACT»;
- ПО «PASSPORT»;
- ПК MIDAS GTS NX.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных.

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ). Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: www.gost.ru/wps/portal/ – Режим доступа: свободный;

– Правительство Российской Федерации. Интернет-портал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.government.ru/> – Режим доступа: свободный;

– Российская газета – официальное издание для документов Правительства РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/> – Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Фролов, Ю. С. Механика подземных сооружений: учебное пособие / Ю. С. Фролов, Т. В. Иванес. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2014. – 125 с.

2. Булычев, Н. С. Механика подземных сооружений: учебник для вузов / Н. С. Булычев. – Москва: Недра, 1982. – 270 с.

3. Булычев, Н. С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах / Н. С. Булычев. – Москва: Недра, 1989. – 270 с.

4. Иванес, Т. В. Механика подземных сооружений. Взаимодействие крепи/обделки с грунтовым массивом: [электронное учебное пособие] / Т. В. Иванес, А. А. Сокорнов. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022. – 61 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <http://sdo.pgups.ru/> – Режим доступа: для авторизованных пользователей;

2. Промышленный портал UnderGroundExpert [Электронный ресурс] – URL: <http://www.undergroundexpert.info/> – Режим доступа: свободный.

3. Профессиональные справочные системы Техэксперт [Электронный ресурс] – URL: <http://www.cntd.ru/> – Режим доступа: свободный;

4. Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс] – URL: www.pravo.gov.ru/ – Режим доступа: свободный;

5. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] – URL: <http://e.lanbook.com/> – Режим доступа: свободный;

6. Электронная библиотека ПГУПС [Электронный ресурс] – URL: <http://library.pgups.ru/> – Режим доступа: свободный;

7. Поисковая платформа Web of Science [Электронный ресурс] – URL: <http://apps.webofknowledge.com/> – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Разработчик рабочей программы,
старший преподаватель

_____ А.А. Сокорнов

«20» апреля 2023 г.