

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.ДВ.1.2 «ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО
ЦИКЛА ТОННЕЛЕЙ»

для специальности

23.05.06 «*Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей*»

по специализации

«Тоннели и метрополитены»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Тоннели и метрополитены»
Протокол № 6 от «22» января 2026 г.

Заведующий кафедрой
«Тоннели и метрополитены»

«22» января 2026 г.

А.П. Ледяев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП
«22» января 2026 г.

А.П. Ледяев

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Применение BIM-технологий на всех этапах жизненного цикла тоннелей» (Б1.В.ДВ.1.1) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 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 освоение студентами принципов построения архитектуры открытых информационных систем сопровождения технических процессов в соответствии с международной линейкой стандартов ISO-9001, технологий конечно-элементного анализа, наукоемких компьютерных технологий – программных систем компьютерного проектирования, систем автоматизированного проектирования (САПР), CAD-систем (Computer-Aided Design), программных систем инженерного анализа и компьютерного инжиниринга (CAE-систем, Computer-Aided Engineering).

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- освоение принципов математического моделирования методом конечных элементов и расчета несущих конструкций на базе современных программных комплексов;
- освоение технологий оформления проектно-конструкторской документации с использованием прогрессивных методов компьютерного инжиниринга;
- использование полученной информации при принятии решений в области проектирования подземных сооружений.

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-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-6.2.2 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

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	32
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4,0

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	40
– лекции (Л)	20
– практические занятия (ПЗ)	20
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	100
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4,0

Примечание: «Форма контроля» – зачет (3)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Общие сведения об архитектуре MIDAS GTS NX	Лекция №1. Основные принципы метода конечных элементов. Устройство программного комплекса MIDAS GTS NX. Препроцессоры, процессоры и постпроцессоры	ПК-6.1.1 ПК-6.1.2
		Практическое занятие №1. Рабочее окно построения модели. Импорт данных (геометрии, свойств и характеристик конечных элементов). Построение 2D модели котлована	ПК-2.1.2 ПК-6.1.2
2	Механические модели грунтов и строительных материалов	Лекция №2. Классификация механических моделей грунтов и строительных материалов	ПК-2.1.2 ПК-6.1.2
		Практическое занятие №2. Применение моделей Elastic, Mohr-Colomb, Hardening Soils, Hoek-Braun к задаче устойчивости котлована	ПК-2.1.2 ПК-2.2.4 ПК-6.1.2 ПК-6.2.2
3	Моделирование тоннелей, сооружаемых горным способом	Лекция №3. Подходы к расчету обделок тоннелей, сооружаемых горным способом, в методе конечных элементов	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №3. Типовая задача №1. Построение 2D модели обделки тоннеля, сооружаемого горным способом. Статический расчет на заданные нагрузки в невесомом массиве. Сравнение с расчетом в ПК-6	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3

		Лекция №4. Метод снижения начального напряженного состояния при моделировании начальных деформаций выработки	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №4. Построение 3D модели обделки тоннеля, сопряженного с камерой	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
4	Моделирование тоннелей, сооружаемых щитовым способом	Лекция №5. Подходы к расчету обделок тоннелей, сооружаемых щитовым способом, в методе конечных элементов	ПК-6.1.1
		Практическое занятие №5. Построение 3D модели обделки тоннеля с тубинговой обделкой фактического и приведенного поперечного сечения	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Лекция №6. Моделирование стыков сборных обделок интерфейсными элементами и деформативными прослойками	ПК-6.1.1
		Практическое занятие №6. Типовая задача №2. Построение 3D модели обделки тоннеля, сооружаемого щитовым способом с перевязкой стыков	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
5	Моделирование подводных тоннелей	Лекция №7. Задание уровня воды, учет пористости грунта	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №7. Типовая задача №3. 2D моделирование тоннеля, сооружаемого способом опускных секций. Задание этапности работ	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
6	Моделирование шахтных стволов	Лекция №8. Особенности расчета крепи шахтных стволов на неравномерные горизонтальные нагрузки от горного давления. Капитальный ремонт с созданием конструкционно-теплоизоляционной рубашки	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №8. Типовая задача №4. 3D моделирование обделки шахтного ствола. Статический расчет	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
7	Моделирование термодинамических процессов	Лекция №9. Термодинамические процессы в шахтных стволах в условиях знакопеременных температур	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1

		Практическое занятие №9. Типовая задача №4. 3D моделирование обделки шахтного ствола. Термодинамический расчет	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
8	Моделирование сейсмических воздействий	Лекция №10. Учет сейсмических воздействий в методе конечных элементов. Квазистатический метод и метод акселерограмм	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №10. Типовая задача №5. Сейсмический расчет 3D модели обделки тоннеля, сооружаемого горным способом, сопряженного с камерой	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
9	Моделирование станций метрополитена	Лекция №11. Моделирование станций метрополитена. Общие принципы. Этапность выполнения работ	ПК-2.1.1 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №11. 2D моделирование колонных станций метрополитена	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Лекция №12. Моделирование пилонных станций метрополитена. Общие принципы. 2D и 3D модели	ПК-2.1.1 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №12. 3D моделирование пилонных станций метрополитена	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Лекция №13. Моделирование односводчатых станций метрополитена. Учет шарнирности стыков	ПК-2.1.1 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №13. 2D моделирование односводчатых станций метрополитена	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Лекция №14. Станции мелкого заложения. Общие принципы моделирования	ПК-2.1.1 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №14. 2D моделирование многоярусных станций метрополитена мелкого заложения	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Анализ результатов моделирования	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
10	Оценка влияния наземного строительства на подземные сооружения метрополитена	Лекция №15. Оценка влияния наземного строительства на техническое состояние подземных сооружений	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №15. Определение добавочного давления от наземного строительства при разном моделировании проходки тоннеля в 2D постановке	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Лекция №16. Методы снижения добавочного давления на подземные	ПК-6.1.1

		сооружения	
		Практическое занятие №16. Снижение добавочного давления на тоннель метрополитена в 2D постановке	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Анализ результатов моделирования	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Общие сведения об архитектуре MIDAS GTS NX	Лекция №1. Основные принципы метода конечных элементов. Устройство программного комплекса MIDAS GTS NX. Препроцессоры, процессоры и постпроцессоры	ПК-6.1.1 ПК-6.1.2
		Практическое занятие №1. Рабочее окно построения модели. Импорт данных (геометрии, свойств и характеристик конечных элементов). Построение 2D модели котлована	ПК-2.1.2 ПК-6.1.2
2	Механические модели грунтов и строительных материалов	Лекция №2. Классификация механических моделей грунтов и строительных материалов	ПК-2.1.2 ПК-6.1.2
		Практическое занятие №2. Применение моделей Elastic, Mohr-Colomb, Hardening Soils, Hoek-Braun к задаче устойчивости котлована	ПК-2.1.2 ПК-2.2.4 ПК-6.1.2 ПК-6.2.2
3	Моделирование тоннелей, сооружаемых горным способом	Лекция №3. Подходы к расчету обделок тоннелей, сооружаемых горным способом, в методе конечных элементов	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №3. Типовая задача №1. Построение 2D модели обделки тоннеля, сооружаемого горным способом. Статический расчет на заданные нагрузки в невесомом массиве. Сравнение с расчетом в ПК-6	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Метод снижения начального напряженного состояния при моделировании начальных деформаций выработки. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
4	Моделирование тоннелей, сооружаемых щитовым способом	Лекция №4. Моделирование стыков сборных обделок интерфейсными элементами и деформативными прослойками	ПК-6.1.1
		Практическое занятие №4. Типовая задача №2. Построение 3D модели обделки тоннеля, сооружаемого щитовым способом с перевязкой стыков	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3

		Самостоятельная работа. Построение модели обделки тоннеля с тьюбинговой обделкой фактического и приведенного поперечного сечения. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
5	Моделирование подводных тоннелей	Лекция №5. Задание уровня воды, учет пористости грунта	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №5. Типовая задача №3. 2D моделирование тоннеля, сооружаемого способом опускных секций. Задание этапности работ	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
6	Моделирование шахтных стволов	Лекция №6. Особенности расчета крепи шахтных стволов на неравномерные горизонтальные нагрузки от горного давления. Капитальный ремонт с созданием конструкционно-теплоизоляционной рубашки	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №6. Типовая задача №4. 3D моделирование обделки шахтного ствола. Статический расчет	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
7	Моделирование термодинамических процессов	Лекция №7. Термодинамические процессы в шахтных стволах в условиях знакопеременных температур	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №7. Типовая задача №4. 3D моделирование обделки шахтного ствола. Термодинамический расчет	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
8	Моделирование сейсмических воздействий	Лекция №8. Учет сейсмических воздействий в методе конечных элементов. Квазистатический метод и метод акселерограмм	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №8. Типовая задача №5. Сейсмический расчет 3D модели обделки тоннеля, сооружаемого горным способом, сопряженного с камерой	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Решение типовой задачи, анализ результата, оформление отчета	ПК-2.1.1 ПК-6.2.2 ПК-6.2.3
9	Моделирование станций метрополитена	Лекция №9. Моделирование станций метрополитена. Общие принципы. Этапность выполнения работ	ПК-2.1.1 ПК-6.1.1

10	Оценка влияния наземного строительства на подземные сооружения метрополитена	Практическое занятие №9. 2D моделирование станций метрополитена	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Анализ результатов моделирования	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Лекция №10. Оценка влияния наземного строительства на техническое состояние подземных сооружений	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1
		Практическое занятие №10. Определение добавочного давления от наземного строительства при разном моделировании проходки тоннеля в 2D постановке	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3
		Самостоятельная работа. Методы снижения добавочного давления на подземные сооружения. Анализ результатов моделирования	ПК-2.1.1 ПК-6.2.3

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	Общие сведения об архитектуре MIDAS GTS NX	2	2	-	-	4
2	Механические модели грунтов и строительных материалов	2	2	-	-	4
3	Моделирование тоннелей, сооружаемых горным способом	4	4	-	10	18
4	Моделирование тоннелей, сооружаемых щитовым способом	4	4	-	10	18
5	Моделирование подводных тоннелей	2	2	-	6	10
6	Моделирование шахтных стволов	2	2	-	8	12
7	Моделирование термодинамических процессов	2	2	-	6	10
8	Моделирование сейсмических воздействий	2	2	-	6	10
9	Моделирование станций метрополитена	8	8		20	36
10	Оценка влияния наземного строительства на подземные сооружения метрополитена	4	4		10	18
Итого		32	32	-	76	140
Контроль						4
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	Общие сведения об архитектуре MIDAS GTS NX	2	2	-	-	4
2	Механические модели грунтов и строительных материалов	2	2	-	-	4
3	Моделирование тоннелей, сооружаемых горным способом	2	2	-	16	20
4	Моделирование тоннелей, сооружаемых щитовым способом	2	2	-	20	24
5	Моделирование подводных тоннелей	2	2	-	10	14
6	Моделирование шахтных стволов	2	2	-	10	14
7	Моделирование термодинамических процессов	2	2	-	10	14
8	Моделирование сейсмических воздействий	2	2	-	10	14
9	Моделирование станций метрополитена	2	2		10	14
10	Оценка влияния наземного строительства на подземные сооружения метрополитена	2	2		14	18
Итого		20	20	-	100	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

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

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены 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 разделах 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 материалы 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 программы специалитета 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, маркерной доской, мультимедийным проектором.

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»;
- ПК РК-6;
- 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. Сокорнов, А. А. Моделирование и расчет подземных сооружений : [электронное учебное пособие] / А. А. Сокорнов, А. Н. Коньков. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022. – 74 с.
2. 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.
3. Фролов, Ю. С. Сооружение тоннелей горным способом: учебное пособие / Ю. С. Фролов, А. А. Сокорнов – Санкт-Петербург: ПГУПС. – 2019. – 62 с.
4. Статический расчет конструкций подземных сооружений. Ч. 1. Расчет обделок тоннелей, шахтных стволов и станций метрополитена глубокого заложения : [электронное учебное пособие] / Т. В. Иванес, А. Н. Коньков, А. А. Сокорнов, А. Л. Новиков. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2021. – 54 с.
5. Иванес, Т. В. Проектирование транспортных тоннелей, сооружаемых щитовым

способом: учебное пособие / Т. В. Иванес, А. Л. Новиков, Я. В. Мельник. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2021. – 175 с.

6. Фролов, Ю.С. Метрополитены: учебник для вузов / Ю.С. Фролов, Д.М. Голицынский, А.П. Ледяев; ред. Ю.С. Фролов. – Москва: Желдориздат, 2001. – 528 с.

7. Автоматизированное проектирование в ИПИ-технологиях: учеб. Пособие / Я. С. Ватулин, С. Г. Подклетнов, В. В. Свитин и др. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2010 – 126 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

Сокорнов А. А.

«22» января 2026 г.