

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.1.1 «*Моделирование и расчет подземных сооружений*»

для направления подготовки

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 «Моделирование и расчет подземных сооружений» (Б1.В.ДВ.1.1) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по направлению подготовки 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 218.

Целью изучения дисциплины «Моделирование и расчет подземных сооружений на сейсмические воздействия» 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 твердотельного моделирования и расчета несущих элементов на базе современных технологий гибридного параметрического моделирования;
- освоение технологий оформления проектно-конструкторской документации с использованием прогрессивных методов компьютерного инжиниринга;
- использование полученной информации при принятии решений в области проектирования подземных сооружений на сейсмические воздействия.

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 и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций 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:

- выполнение инженерных расчетов в области проектирования подземных сооружений с применением современных вычислительных средств и программных продуктов;
- разработки вариантов проектных решений (выполнение чертежей, схем, графиков, диаграмм) в области проектирования подземных сооружений;
- оценкой технологичности конструкций подземных сооружений;
- адаптацией существующих типов подземных сооружений к современным транспортным операциям.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

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 <i>знает</i> - устройство и конструктивно-технологические и объемно-планировочные решения отдельных участков сооружений метрополитена
ПК-2.1.2 Знает виды и характеристики материалов и изделий, применяемых при строительстве, капитальном ремонте и реконструкции сооружений	Обучающийся <i>знает</i> - применяемые материалы, их физические характеристики, способы и технологии их применения в подземных сооружениях.
ПК-2.2.4 Умеет анализировать инженерно-геологические и иные условия и оценивать их влияние на конструктивно-технологические решения	Обучающийся <i>умеет</i> Определять степень влияния геологических условий на несущую способность конструктивных элементов сооружений, умеет представлять их в цифровой модели сооружения.
ПК-6 Выполнение расчетов и информационное моделирование объектов инфраструктуры железных дорог, мостов, транспортных тоннелей, метрополитенов и иных подземных сооружений	
ПК-6.1.1 Знает основные теоретические зависимости и методики выполнения расчетов узлов и элементов сооружений, в том числе с применением современных расчетных комплексов	Обучающийся <i>умеет</i> - применять современные методики цифрового представления подземных сооружений в различных геологических условиях, умеет применять современные САПР для проектирования сооружений.
ПК-6.1.2 Знает основные механические модели грунтов и строительных материалов	Обучающийся <i>знает</i> - принципы математического моделирования грунтов на участке строительства подземных, знает физико - механические свойства применяемых материалов, и их способы цифрового представления.
ПК-6.2.2 Умеет обосновать геомеханическую модель на основе анализа инженерно-геологических условий	Обучающийся <i>умеет</i> - реализовывать в цифровом представлении геомеханическую модель взаимодействия сооружения с окружающим грунтом, в том числе на основе анализа инженерно-геологических условий.
ПК -6.2.3 Умеет выполнять расчеты узлов и элементов	Обучающийся <i>умеет</i> выполнять формирование цифровой модели

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
сооружений с применением современных вычислительных комплексов	объекта проектирования, выполнять расчеты узлов и элементов сооружений методом конечного элемента с применением современных САПР.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины по выбору».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

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:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	40
В том числе:	
– 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

Таблица 5.1

Для очной и заочной формы обучения.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Общие сведения о проектировании.	Лекция №1 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 2 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 1 час.)</u> Основные цели дисциплины; Классификация проектных организаций. Взаимодействие участников создания объекта (функции заказчика, проектировщика, строителя). Финансирование проектных работ.	ПК-2.1.1
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Оформление отчета о практической работе.	ПК-2.1.2
2	Методы проектирования Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Лекция №2 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 2 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 1 час.)</u> Методы проектирования: прогнозирования, сравнения, оптимизации, аналогий, экспериментальных проектных решений, моделирования, интуиции. Задачи САПР. Структура и состав САПР. Обеспечения САПР, как элементы системы	ПК-2.1.2 ПК-2.2.4
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Оформление отчета о практической работе.	ПК-2.1.2
3	Классификация моделей. Физические, математические и функциональные модели.	Лекция №3 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 2 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 1 час.)</u> Классификация моделей. Физические, математические и функциональные модели. Их возможности и области применения. Требования к точности и адекватности моделей реальному объекту.	ПК-2.2.4 ПК-6.1.1 ПК-6.1.2 ПК-6.2.2 ПК -6.2.3

		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Оформление отчета о практической работе.	
4	<p>Модели управления проектами. Жизненный цикл объекта. PLM-системы. Виртуальные предприятия.</p>	<p><u>Лекция №4</u> Очная форма обучения (9 семестр, 2 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 1 час.)</p> <p>Модели управления проектами. Жизненный цикл объекта. ProductLifecycleManagement (PLM) - информационные системы управления проектами. Виртуальные предприятия. Оценки эффективности применения таких систем.</p>	<p>ПК-6.1.1 ПК-6.1.2</p>
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Оформление отчета о практической работе.	ПК-6.1.1
5	<p>Параметрическое и информационное моделирование строительных конструкций. Методы параметризации</p>	<p><u>Лекция №5</u> Очная форма обучения (9 семестр, 2 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 1 час.)</p> <p>Параметрическое 3D - моделирование строительных объектов. Табличная, иерархическая, вариационная, геометрическая параметризации. Геометрический решатель. BIM (Building Information Model) - информационная модель строительства. Интеллектуальные объектно-ориентированные системы моделирования объектов.</p>	<p>ПК-2.1.1 ПК-2.1.2</p>
		<p>Практическая работа 1 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 2 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 2 час.)</u></p> <p>Изучение основных команд программного комплекса SolidWorks.</p>	ПК-2.1.2
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Оформление отчета о практической работе.	ПК-2.1.2
6	<p>Классификация и взаимодействие программных комплексов для проектирования строительных конструкций</p>	<p><u>Лекция №6</u> Очная форма обучения (9 семестр, 6 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 1 час.)</p> <p>Классификация программных комплексов для проектирования транспортных сооружений. Единая информационная модель строительного объекта. Программные комплексы, одновременно работающие с информационной моделью объекта.</p>	<p>ПК-2.1.1 ПК-2.1.2</p>
		<p>Практическая работа 2 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 4 час.), Заочная форма обучения (6 курс,)</u></p> <p>Изучение специальных методик построения сложных 3-х мерных моделей.</p>	ПК-2.1.2
		Самостоятельная работа. Подготовка к	ПК-2.1.2

		тестированию по разделу. Оформление отчета о практической работе.	
7	Понятие о конечноэлементном анализе объектов. Программный комплекс COSMOSWorks..	<p>Лекция №7 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 16 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 10 час.)</u></p> <p>Понятия о конечноэлементном анализе конструкций. Типы конечных элементов и их применение в объектах проектирования. Программный комплекс COSMOSWorks. для конечноэлементного анализа строительных конструкций.</p> <p>Практическая работа 3 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 10 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 2 час.)</u></p> <p>Создание многокомпонентных моделей – сборок. Сборка. Основы применения технологий виртуальной реальности. Анимация 3-х мерной модели. Создание рабочей документации. Генерация чертежей.</p> <p>Практическая работа 4 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 12 час.) Заочная форма обучения (6 курс, 4 час.)</u></p> <p>Проведение расчетов несущих элементов верхнего строения пути на прочность с использованием средств конечно-элементного анализа с помощью модуля Simulation.</p>	<p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-6.1.1</p> <p>ПК-6.1.2</p> <p>ПК-6.2.2</p> <p>ПК -6.2.3</p>
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Оформление отчета о практической работе.	<p>ПК-2.1.2</p> <p>ПК-6.1.1</p> <p>ПК-6.1.2</p> <p>ПК-6.2.2</p> <p>ПК -6.2.3</p>
8	Передача расчетных моделей в графический программный комплекс для оформления и выпуска чертежей	<p>Лекция №8 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 6 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 4 час.)</u></p> <p>Особенности передачи расчетных моделей на уровне элементов конструкций, а не отдельных линий(DWG). Программный комплекс для автоматизированной подготовки выпуска чертежей объектов в соответствии с требованиями стандартов РФ ЕСКД, СПДС</p> <p>Практическая работа 5 <u>Очная форма обучения (9 семестр, 6 час.), Заочная форма обучения (6 курс, 4 час.)</u></p> <p>Расчет сооружения на сейсмические воздействия прямым динамическим методом.</p>	<p>ПК-2.1.1</p>
		Самостоятельная работа. Подготовка к тестированию по разделу. Оформление отчета о практической работе.	<p>ПК-2.1.1</p>

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения (9 семестр):

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие сведения о проектировании.	2	-	-	-	2
2	Методы проектирования Системы автоматизированного проектирования (САПР)	2	-	-	-	2
3	Классификация моделей. Физические, математические и функциональные модели.	2	-	-	-	2
4	Модели управления проектами. Жизненный цикл объекта. PLM-системы. Виртуальные предприятия.	2	-	-	-	2
5	Параметрическое и информационное моделирование строительных конструкций. Методы параметризации.	2	2	-	10	24
6	Классификация и взаимодействие программных комплексов для проектирования строительных конструкций	6	2	-	10	28
7	Понятие о конечноэлементном анализе объектов. Программный комплекс COSMOSWorks..	16	22	-	40	56
8	Передача расчетных моделей в графический программный комплекс для оформления и выпуска чертежей	6	6	-	16	32
Итого		32	32	-	76	140
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения (6 курс):

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие сведения о проектировании.	1	-	-	5	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
2	Методы проектирования Системы автоматизированного проектирования (САПР)	1	-	-	5	6
3	Классификация моделей. Физические, математические и функциональные модели.	1	-	-	5	6
4	Модели управления проектами. Жизненный цикл объекта. PLM-системы. Виртуальные предприятия.	1	-	-	5	6
5	Параметрическое и информационное моделирование строительных конструкций. Методы параметризации	1	2	-	10	13
6	Классификация и взаимодействие программных комплексов для проектирования строительных конструкций	1	4	-	10	15
7	Понятие о конечноэлементном анализе объектов. Программный комплекс COSMOSWorks..	10	10	-	40	60
8	Передача расчетных моделей в графический программный комплекс для оформления и выпуска чертежей	4	4	-	20	28
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 для проведения лекционных и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные соответствующим оборудованием и техническими средствами обучения, и 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 ежегодно обновляемого лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы: операционная система Windows (Договор № ЭОА50130 от 22.01.2018); MS Office (Договор № ЭОА50130 от 22.01.2018); антивирус Касперский (Договор № ЭОА50130 от 22.01.2018).

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

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

Официальный сайт информационной сети ТЕХЭКСПЕРТ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный. - Загл. с экрана.

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

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

- Правительство Российской Федерации. Интернет-портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.government.ru>, свободный. - Загл. с экрана;

- Российская газета официальное издание для документов Правительства РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rg.ru>, свободный. - Загл. с экрана.

8.5. Перечень печатных изданий, рекомендуемый для использования в образовательном процессе:

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. 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.
2. Алямовский, Андрей Александрович. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Алямовский. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 783 с. : ил. ; 23 см. – (Проектирование). – Предм. Указ.: с. 771-783. – 500 экз. – ISBN 978-5-94074-582-2 <http://e/lanbook.com/book/1318>
 3. Микони С.В. Модели и базы знаний: Учебное пособие. – СПб: Петербургский гос. Ун-т путей сообщения, 2000. – 155 с.
 4. Шаханов, Виктор Александрович. Компьютерное проектирование деталей машин : учеб. Пособие / В. А. Шаханов. – СПб. : ПГУПС, 2010. – 44 с. : ил.
 5. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения. ГОСТ 23501.101-87. –М.: Издательство стандартов, 1987.
 6. Исследование гидро- и газодинамических процессов в оборудовании подвижного состава средствами модуля FlowSimulation (SolidWorks)/ Часть 1. / Ватулин Я.С., Копылов А.З., Орлов С.В. Метод. Указ., Уч.- изд. Л. 1,85 Зак. 105 типография ПГУПС, 2013.;
 7. Исследование гидрогазодинамических процессов в оборудовании подвижного состава средствами модуля FLOWSIMULATION (SOLIDWORKS) /Часть 2. /Ватулин Я.С., Копылов А.З., Орлов С.В Метод. Указ., СПб. : Петербургский гос. Ун-т путей сообщения, 2014. – 33 с.;
 8. Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления корпусных элементов подъемно – транспортных машин средствами модуля СПРУТ – ТП (SWR – технология). /Ватулин Я.С., Мигров А.А., Орлов С.В. Метод. Указ., Уч.-изд. Л. 4,125 Зак. 104 типография ПГУПС, 2013.;
 9. Выполнение конструкторской документации на основе электронных геометрических моделей изделий. Графический редактор SolidWorks. /Ватулин Я.С., Елисеев Н.А., Параскевопуло Ю.Г. Метод. Указ., СПб. : Петербургский гос. Ун-т путей сообщения, 2015. – 27 с.;
 10. Моделирование и техническая визуализация в 3DS STUDIO Max. : учеб. Пособие / Я.С. Ватулин. – СПб. : Петербургский государственный университет путей сообщения, 2011. – 40 с.
 11. Моделирование и техническая визуализация в 3DS STUDIO Max. Часть II. Визуализация объектов проектирования средствами 3DS Max: учеб. Пособие / Я.С. Ватулин. – СПб. : Петербургский государственный университет путей сообщения, 2012. – 36 с.

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

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books> — Загл. с экрана.;
3. Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. — Загл. с экрана.;
4. Электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> — Загл. с экрана.
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный.

6. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://nlr.ru/>, свободный.
7. Российская национальная библиотека [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://rsl.ru/>, свободный.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://gpntb.ru/>, свободный.
9. Реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.elsevier.com/locate/scopus/](http://www.elsevier.com/locate/scopus), свободный.
10. Реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wokinfo.com/russian/>, свободный.

Разработчик рабочей программы,

Доцент кафедры
«Тоннели и метрополитены», к.т.н.
«20» апреля 2023г.

Я.С. Ватулин