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*

«ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ» (Б1.В.ДВ.4.1)

для специальности

23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей»

по специализации

«Тоннели и метрополитены»

Форма обучения – очная, очно-заочная, заочная

Санкт – Петербург

2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры

"Тоннели и метрополитены"

Протокол № \_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заведующий кафедрой "Тоннели и метрополитены" | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | А.П.Ледяев |
| «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО |  |  |
| Председатель методической комиссии факультета «Транспортное  строительство» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | О.Б. Суровцева |
| «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. |  |  |
|  |  |  |
| Руководитель ОПОП | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | А.П. Ледяев |
| «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. |  |  |
|  |  |  |

**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.09.2016 № 1160 по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», по дисциплине «Практическое применение методов численного анализа в тоннелестроении».

Целью изучения дисциплины является получение студентами знаний для решения методом математического моделирования различных задач по сооружению подземных выработок в различных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях в зависимости от назначения тоннелей и технологии по сооружению подземных сооружений.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

* изучаются основные понятия метода конечных элементов;
* изучается обзор современных программных расчетных комплексов;
* изучаются основные виды конечных элементов;
* решается ряд практических задач по моделированию различных тоннельных выработок и способов сооружения тоннелей.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:**

* основы математического моделирования
* основы взаимодействия подземного сооружения с вмещающим его горным массивом;
* свойства строительных материалов и условия их применения;
* физико-механические характеристики грунтов и горных пород.

**УМЕТЬ:**

* применять методы математического анализа и моделирования;
* применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач;
* определять характер и величину напряжений возникающих в обделке подземного сооружения.

**ВЛАДЕТЬ:**

* методами математического анализа, современными средствами вычислительной техники и программного обеспечения при проектировании и расчетах транспортных сооружений.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 общей характеристики основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **общекультурных компетенций (ОК)**:

– готовность использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности (ОК-6).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **общепрофессиональных компетенций (ОПК)**:

– способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования   
(ОПК-1);

– способность применять современные программные средства для разработки проектно-конструкторской и технологической документации (ОПК-10).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа специалитета:

проектно-изыскательская и проектно-конструкторская деятельность:

– способность выполнять статические и динамические расчёты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения (ПК-18);

научно-исследовательская деятельность:

– способность использовать для выполнения научных исследований современные средства измерительной и вычислительной техники (ПК-23);

– способность всесторонне анализировать и представлять результаты научных исследований, разрабатывать практические рекомендации по их использованию в профессиональной деятельности (ПК-24);

– способность выполнить математическое моделирование объектов и процессов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований (ПК-25).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессионально-специализированных компетенций (ПСК):**

– владение методами расчёта и конструирования несущих конструкций (обделок) транспортных тоннелей и других подземных сооружений (ПСК-4.4);

– способность правильно выбрать метод сооружения тоннеля исходя из инженерно-геологических и гидрогеологических условий его заложения (ПСК-4.5).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 общей характеристики ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 общей характеристики ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина «Практическое применение методов численного анализа в тоннелестроении» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору обучающегося.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **10** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 32  16  16  0 | 32  16  16  0 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 67 | 67 |
| Контроль | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний | ЗО | ЗО |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108 / 3 | 108 / 3 |

Для очно-заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **11** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:  лекции (Л)  практические занятия (ПЗ)   * лабораторные работы (ЛР) | 32  16  16  0 | 32  16  16  0 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 67 | 67 |
| Контроль | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний | ЗО | ЗО |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108 / 3 | 108 / 3 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **5** |
| Аудиторные занятия (всего)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) * контроль самостоятельной работы (КСР) | 18  6  12 | 18  6  12 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 86 | 86 |
| Контроль | 4 | 4 |
| Форма контроля знаний | ЗО | ЗО |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108 / 3 | 108 / 3 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| **Модуль 1** | | |
| 1 | Понятие о МКЭ (методе конечных элементов) | Порядок численного анализа; методы расчета строительных конструкций |
| 2 | Программная платформа SOFiSTiK и программный модуль WinTube | Метод конечных элементов (МКЭ); программная платформа SOFiSTiK и программный модуль WinTube |
| **Модуль 2** | | |
| 3 | Расчеты тоннелей, сооружаемых щитовым способом | Определение параметров для численного моделирования поведения грунтов; расчет тоннеля, сооружаемого щитовым способом |
| 4 | Расчеты тоннелей сооружаемых горным способом | Нормативная база для расчета тоннельных конструкций; расчет тоннеля, сооружаемого горным способом |
| 5 | Расчет станционного комплекса | Создание 3D моделей в программном комплексе WinTube; расчет станционного комплекса |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Понятие о МКЭ (методе конечных элементов) | 4 | 0 | 0 | 8 |
| 2 | Программная платформа SOFiSTiK и программный модуль WinTube | 2 | 4 | 0 | 8 |
| 3 | Расчеты тоннелей, сооружаемых щитовым способом | 2 | 4 | 0 | 17 |
| 4 | Расчеты тоннелей сооружаемых горным способом | 4 | 4 | 0 | 17 |
| 5 | Расчет станционного комплекса | 4 | 4 | 0 | 17 |
| **Итого** | | 16 | 16 | 0 | 67 |

Для очно-заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Понятие о МКЭ (методе конечных элементов) | 4 | 0 | 0 | 8 |
| 2 | Программная платформа SOFiSTiK и программный модуль WinTube | 2 | 4 | 0 | 8 |
| 3 | Расчеты тоннелей, сооружаемых щитовым способом | 2 | 4 | 0 | 17 |
| 4 | Расчеты тоннелей сооружаемых горным способом | 4 | 4 | 0 | 17 |
| 5 | Расчет станционного комплекса | 4 | 4 | 0 | 17 |
| **Итого** | | 16 | 16 | 0 | 67 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Понятие о МКЭ (методе конечных элементов) | 2 | 0 | 0 | 13 |
| 2 | Программная платформа SOFiSTiK и программный модуль WinTube | 2 | 2 | 0 | 13 |
| 3 | Расчеты тоннелей, сооружаемых щитовым способом | 2 | 2 | 0 | 20 |
| 4 | Расчеты тоннелей сооружаемых горным способом | 0 | 4 | 0 | 20 |
| 5 | Расчет станционного комплекса | 0 | 4 | 0 | 20 |
| **Итого** | | 6 | 12 | 0 | 86 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Понятие о МКЭ (методе конечных элементов) | 1. Свитин, В.В. Параметрическое моделирование строительных конструкций [Текст]: учебное пособие / В.В. Свитин – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011. – 47 с.;  2. Введение в метод конечных элементов [Текст]: методические указания / сост. Е.Ф. Жигалко, Т.В. Рябикова. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011. – 34 с.  3. Фролов, Ю.С. Механика подземных сооружений [Текст]: учебное пособие / Ю.С. Фролов, Т.В. Иванес. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2014. – 125 с. |
| 2 | Программная платформа SOFiSTiK и программный модуль WinTube | 1. Руководство пользователя программного модуля WinTube. |
| 3 | Расчеты тоннелей, сооружаемых щитовым способом | 1. Руководство пользователя программного модуля WinTube. |
| 4 | Расчеты тоннелей сооружаемых горным способом | 1. Руководство пользователя программного модуля WinTube. |
| 5 | Расчет станционного комплекса | 1. Руководство пользователя программного модуля WinTube. |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

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

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

1. Свитин, В.В. Параметрическое моделирование строительных конструкций [Текст]: учебное пособие / В.В. Свитин – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011. – 47 с.;

2. Введение в метод конечных элементов [Текст]: методические указания / сост. Е.Ф. Жигалко, Т.В. Рябикова. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011. – 34 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

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

2. Дарков, А.В. Строительная механика [Электронный ресурс] / А.В. Дарков, В.А. Шапошников. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – 656 с. – Режим доступа: http://e.lanbook/book/121 – Глава 11. Метод конечных элементов.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины:

1. Свод правил: СП 122.13330.2012. Тоннели железнодорожные и автодорожные [Текст]. – Актуализированная редакция СНиП 32-04-97. (с Изменением N 1) – Москва, 2012.

2. Свод правил: СП 120.13330.2012. Метрополитены [Текст]. – Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003. (с Изменениями N 1, 2) – Москва, 2012.

3. Свод правил: СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия  
[Текст]. – Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – Москва, 2011.

4. Свод правил: СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [Текст]. – Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – Москва, 2012.

5. Территориальные строительные нормы: ТСН 50-302-2004. Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге [Текст]. – Санкт-Петербург, 2004.

6. ЦПИ 22/43. Технические указания по применению габионов для усиления земляного полотна [Текст]. – 1997 г.

* 1. Другие издания, необходимые для освоения дисциплины:

1. Руководство пользователя программного модуля WinTube.

2. Ярошутин, Д.А. Расчет транспортных сооружений в SOFiSTiK [Текст]: учебное пособие, Часть 1. Организация проекта SOFiSTiK Structural Desktop (SSD). – Санкт-Петербург: СПБГАСУ, 2011.

3. Сегерлинд, Л. Применение метода конечных элементов [Текст] / Л. Сегерлинд. – Москва: Мир, 1979.

5. Основания и фундаменты подземных сооружений [Текст]: справочник проектировщика / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев,  
В.И. Крутов и др.; ред. Е.А. Сорочан, Ю.Г. Трофименкова. – Москва: Стройиздат, 1985. – 480 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

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. Промышленный портал UnderGroundExpert [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.undergroundexpert.info, свободный.

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

4. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://e.lanbook.com, свободный.

5. Электронная библиотека ПГУПС [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://library.pgups.ru, свободный.

6. Поисковая платформа Web of Science [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://apps.webofknowledge.com, свободный.

**10. 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 с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 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 (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

– технические средства (персональные компьютеры, проектор, интерактивная доска, акустическая система и т.д.);

– методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);

– электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sdo.pgups.ru;

– программное обеспечение (подлежит ежегодному обновлению):

операционная система Windows;

MS Office;

ПО SOFiSTiK.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом, и содержит:

– помещение для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации студентов, укомплектованное специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (настенным экраном, маркерной доской, мультимедийным проектором и акустической системой).

– помещение для самостоятельной работы студентов, укомплектованное специализированной учебной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

В случае проведения занятий с лекционным потоком учебным управлением в соответствии с расписанием занятий назначается другая аудитория. В случае отсутствия в назначенной аудитории мультимедийного оборудования для организации учебных занятий используется переносное мультимедийное оборудование для представления учебной информации большой аудитории (переносная компьютерная демонстрационная установка с мультимедийным проектором, переносным экраном и акустической системой; в случае отсутствия экрана используется участок стены светлых тонов или белая маркерная доска с размером не менее 1 х 1,5 м).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (презентаций), записанные на USB-диске и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие разделам рабочей программы.



Разработчик \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.А. Сокорнов

«26» апреля 2018 г.