

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 08.09.2021 14:30:38  
Уникальный программный ключ:  
94732c3d953a82d495d5c573883fedd18

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
(СамГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА  
на заседании Ученого совета филиала  
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде  
протокол от 22 июня 2021 г. № 3

УТВЕРЖДАЮ:  
и.о. директора филиала  
  
Н.Н. Маланичева  
12 июля 2021 г.



**Компьютерное моделирование  
в среде конечно-элементного анализа  
рабочая программа дисциплины**

Специальность 23.05.06 Строительство железных дорог,  
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Управление техническим состоянием  
железнодорожного пути

Форма обучения: заочная

Программу составил: Новиков С.П.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:  
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей специализация «Управление техническим состоянием железнодорожного пути» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 218.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Протокол от «19» июня 2021 г. № 10

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, проф. \_\_\_\_\_



подпись

И.В. Каспаров

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Компьютерное моделирование в среде конечно-элементного анализа» является формирование у обучающегося компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей».

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- подготовка обучающихся к успешной аттестации планируемых результатов освоения дисциплины;
- подготовка обучающихся к защите выпускной квалификационной работы;
- развитие социально-воспитательного компонента учебного процесса.

Дисциплина «Компьютерное моделирование в среде конечно-элементного анализа» относится к числу фундаментальных инженерных дисциплин.

## 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Индикатор	Результаты освоения учебной дисциплины
<b>ПК-2</b> Способен производить анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути и земляного полотна в соответствии с требованиями нормативно-технической документации	
<b>ПК-2.1.</b> Выполняет анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути в соответствии с требованиями нормативно-технической документации	<p><b>Знать:</b> - методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</p> <p>- особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации;</p> <p>- нормативы и требования по реконструкции железнодорожной инфраструктуры.</p> <p><b>Уметь:</b>- применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</p> <p>- выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров;</p> <p>- проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом.</p> <p><b>Владеть:</b> - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</p> <p>- современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</p> <p>- умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом.</p>
<b>ПК-6</b> Способен проводить научные исследования для решения задач в сфере объектов транспортной инфраструктуры	
<b>ПК-6.1.</b> Анализирует и	<b>Знать:</b>

применяет результаты научных исследований для совершенствования конструкций элементов железнодорожного пути	- задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;
	- методы научных исследований по усовершенствованию конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры;
	- современные средства измерительной и вычислительной техники;
	<b>Уметь:</b> - определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;
	- применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры;
	- выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники;
	<b>Владеть:</b> - способностью определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;
	- способностью применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры;
	- способностью выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники;
<b>ПК-6.2.</b> Выполняет работы по моделированию объектов и процессов с использованием современного программного обеспечения	<b>Знать:</b> - методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа
	- методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;
	- особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации
	<b>Уметь:</b> - применять методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа
	- применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;
	- выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров
	<b>Владеть:</b> - умением применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;
	- современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость;
	- умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Компьютерное моделирование в среде конечно-элементного анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций
<b>Осваиваемая дисциплина</b>		
Б1.В.ДВ.02.03	Компьютерное моделирование в среде конечно-	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6

	элементного анализа	(ПК-6.1, ПК-6.2)
<b>Предшествующие дисциплины</b>		
	Нет	
<b>Дисциплины, осваиваемые параллельно</b>		
Б1.В.06	Бесстыковой путь	ПК-2 (ПК-2.1)
Б1.В.08	Проектирование и расчет элементов железнодорожного пути	ПК-2 (ПК-2.1)
Б1.В.ДВ.02.01	Высокоскоростное движение	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Б1.В.ДВ.02.02	Инновационные технологии в области путевого хозяйства	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Б2.О.05(Н)	Производственная практика, научно-исследовательская работа	ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
<b>Последующие дисциплины</b>		
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)

### 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы
		5
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	108	108
- зачетных единиц	3	3
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов</b>	12,65	12,65
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	12,65	12,65
в т.ч. лекции	4	4
практические занятия	8	8
лабораторные работы	-	-
КА	0,4	0,4
КЭ	0,25	0,25
<b>Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)</b>	3,75	3,75
<b>Самостоятельная работа</b>	91,6	91,6
в том числе на выполнение:		
контрольной работы	-	-
расчетно-графической работы	-	-
реферата	-	-
курсовой работы	-	-
контрольной работы	9	9
Виды промежуточного контроля	За	За
Текущий контроль (вид, количество)	К(1)	К(1)

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Темы и краткое содержание курса

###### Тема 1. Теоретические и экспериментальные исследования

Основы методологии исследования. Ориентация в постановке задачи, применение знаний о современных методах исследования, анализ, синтез и критическое резюмирование информации.

###### Тема 2. Математическая обработка данных экспериментов и обобщение результатов исследований

Построение эмпирических формул. Планирование эксперимента и наблюдений. Представление результатов исследований. Методические подходы к обобщению результатов исследований.

###### Тема 3. Моделирование явления-процесса

Сбор исходных данных при проведении изысканий по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов. Определение объема и сбор исходных данных для проектирования и расчетного обоснования и мониторинга объектов. Пространственная и временная дискретизация. Расчетные сетки. Физическая аппроксимация процесса. Допуски при решении задач прочности и динамики. Граничные и начальные условия для задач прочности и динамики.

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Названия разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС
		ЛК	ПЗ	ЛБ	
1. Теоретические и экспериментальные исследования	31	1			30
2. Математическая обработка данных экспериментов и обобщение результатов исследований	31	1			30
3. Моделирование явления-процесса	41,6	2	8		31,6
КА	0,4				
КЭ	0,25				
Контроль	3,75				
<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>91,6</b>

##### 4.3. Тематика практических занятий

Тема практической работы	Количество часов
Метод контрольного объема при моделировании	4
Метод конечных элементов при моделировании	4
<b>Всего</b>	<b>8</b>

#### 4.4. Тематика лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### 4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6. Тематика контрольных работ

Тема контрольной работы: «Определение зависимости конечного результата от аргументов»

Задание.

1. В рамках предметной области контрольной работы составить массив эмпирических данных для последующей обработки.
2. Выполнить линейный анализ регрессионных кривых и выбрать наилучшую пару.
3. Для лучшей пары провести функциональные преобразования аргумента и выбрать наилучшую аппроксимацию.
4. Для ранее составленного массива эмпирических данных подобрать многоаргументную функцию зависимости конечного результата от аргументов с помощью метода наименьших квадратов.
5. Выполнить анализ полученного результата аппроксимации: оценить качество функции, отсеять статистически незначимые аргументы, выполнить дисперсионный анализ и т.д.
6. Для весомых аргументов провести функциональные преобразования и оценить перспективы улучшения качества аппроксимации.

Контрольная работа носит расчетно-аналитический характер. Задания выбираются по последней цифре шифра и первой букве фамилии студента.

### 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### 5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды работы
1. Теоретические и экспериментальные исследования	30	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
2. Математическая обработка данных экспериментов и обобщение результатов исследований	30	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
3. Моделирование явления-процесса	31,6	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний

ИТОГО	91,6	
-------	------	--

## 5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала;
- методические рекомендации по выполнению контрольной работы;
- методические рекомендации по самостоятельному изучению теоретического материала – сайт филиала.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Виды оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	1
Курсовая работа	учебным планом не предусмотрено
Курсовой проект	учебным планом не предусмотрено
Промежуточный контроль	
Зачет	1
Экзамен	учебным планом не предусмотрено

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Папиrowsкая Л. И., Ефимова Т. Б.	Комплексы информационных технологий на железнодорожном транспорте. (Информационные системы и технологии. Обеспечивающая часть информационных систем)	Самара: СамГУП С, 2009 Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/130340">https://e.lanbook.com/book/130340</a>	Электронный ресурс
Л1.2	Солоп С.А., Кулькин А.Г.	Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие	Ростов-на-Дону: РГУПС, 2017. — 172 с.- Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/129321">https://e.lanbook.com/book/129321</a>	Электронный ресурс
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	С. В. Карасев, Д. В. Осипов, Д. А. Сивицкий.	Математическое моделирование систем и процессов на транспорте : учебное пособие	Новосибирск: СГУПС, 2020. — 136 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/164609">https://e.lanbook.com/book/164609</a>	Электронный ресурс
Л2.2	Горбачев, Д. В. Новиков, С. В. Белоусов	Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие	Санкт-Петербург: ПГУПС, 2017. — 54 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	Электронный ресурс



## **8. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

1. Официальный сайт филиала.
2. Электронная библиотечная система

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Лекционные занятия включают в себя конспектирование учебного материала, на занятиях необходимо иметь тетрадь для записи и необходимые канцелярские принадлежности.

Практические занятия - это активная форма учебного процесса. Являются дополнением лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся, а также средством проверки усвоения ими знаний, даваемых на лекции и в процессе изучения рекомендуемой литературы. Практические занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения.

В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить контрольную работу. Прежде чем выполнять задания контрольной работы, необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с методическими указаниями по выполнению работ. Выполнение и защита контрольной работы являются непременным условием для допуска к зачету. Во время выполнения контрольной работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя.

## **10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии и программное обеспечение:

- для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: MS PowerPoint;
- для самостоятельной работы студентов: Windows 7 и выше, Microsoft Office 2010 и выше.

### **Профессиональные базы данных, используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)**

Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина  
[https://library.narfu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=505&Itemid=574&lang=ru](https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=505&Itemid=574&lang=ru)

Высокопроизводительные вычислительные системы на железнодорожном транспорте: учебник <http://e.lanbook.com/book/4163>

Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте: учебник <http://e.lanbook.com/book/35832>

Библиотека строительства - <http://www.zodchii.ws/>

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

### **11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения**

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа) - аудитория № 401. Специализированная мебель: столы ученические - 32 шт., стулья ученические - 64 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины - комплект презентаций (хранится на кафедре).

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - Лаборатория «Компьютерный класс № 1», аудитория № 408. Специализированная мебель: столы ученические - 33 шт., стулья ученические - 43 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры - 22 шт., видеопанель - 1 шт. Программное обеспечение - Microsoft Office Professional 2010. Mathcad 14.

### **11.2. Перечень лабораторного оборудования**

Лабораторное оборудование не предусмотрено.

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В  
СРЕДЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА**

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

### 1.1. Перечень компетенций

**ПК-2.** Способен производить анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути и земляного полотна в соответствии с требованиями нормативно-технической документации

**Индикатор ПК-2.1** Выполняет анализ, проектирование и расчет элементов железнодорожного пути в соответствии с требованиями нормативно-технической документации

**ПК-6.** Способен проводить научные исследования для решения задач в сфере объектов транспортной инфраструктуры

**Индикатор ПК-6.1** Анализирует и применяет результаты научных исследований для совершенствования конструкций элементов железнодорожного пути

**Индикатор ПК-6.2** Выполняет работы по моделированию объектов и процессов с использованием современного программного обеспечения

### 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, практические занятия	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Этап 2. Формирование умений	Практические занятия	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение контрольной работы	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита контрольной работы, зачет	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	- посещение лекционных занятий, практических занятий; - ведение конспекта	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении	устный ответ

		лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов на каждом практическом занятии	теоретических вопросов;	
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	-выполнение практических занятий	-успешное самостоятельное выполнение практических занятий	отчет по практическому занятию
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	-наличие правильно выполненной контрольной работы	- контрольная работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	контрольная работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ПК-2 (ПК-2.1), ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	- успешная защита контрольной работы; -зачет	- ответы на все вопросы по контрольной работе; - ответы на вопросы к зачету и на дополнительные вопросы (при необходимости)	устный ответ, решение задач

## 2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ПК-2 (ПК-2.1)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</li> <li>- особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</li> <li>- выполнять</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути;</li> <li>- нормативы и требования по реконструкции железнодорожной инфраструктуры.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации;</li> <li>- нормативы и требования по реконструкции железнодорожной инфраструктуры.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и</li> </ul>

	<p>статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- выполнять статические и динамические расчеты конструкций сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров;</li> <li>- проводить анализ надежности работы элементов железнодорожного пути.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность;</li> <li>- уметь проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути.</li> </ul>	<p>его сооружений на прочность и устойчивость;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров;</li> <li>- проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</li> <li>- уметь проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом.</li> </ul>
ПК-6 (ПК-6.1)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;</li> <li>- методы научных исследований по</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;</li> <li>- методы научных исследований по</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;</li> <li>- методы научных исследований по усовершенствованию конструкций</li> </ul>

	<p>усовершенствованию конструкций железнодорожного пути;  - современные средства вычислительной техники;  <b>Уметь:</b>  - определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;  - применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути;  - выполнять научные исследования с применением современных средств вычислительной техники;  <b>Владеть:</b>  - способностью определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;  - способностью применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути;  - способностью выполнять научные исследования с применением современных средств вычислительной техники;</p>	<p>усовершенствованию конструкций железнодорожного пути;  - современные средства измерительной и вычислительной техники;  <b>Уметь:</b>  - определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;  - применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути;  - выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники;  <b>Владеть:</b>  - способностью определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;  - способностью применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути;  - способностью выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной</p>	<p>железнодорожного пути и элементов инфраструктуры;  - современные средства измерительной и вычислительной техники;  <b>Уметь:</b>  - определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;  - применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры;  - выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники;  <b>Владеть:</b>  - способностью определять задачи научных исследований конструкций железнодорожного пути;  - способностью применять методы научных исследований в целях усовершенствования конструкций железнодорожного пути и элементов инфраструктуры;  - способностью выполнять научные исследования с применением современных средств измерительной и вычислительной техники;</p>
--	---	--	---

		техники;	
ПК-6 (ПК-6.2)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа</li> <li>- методы расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- особенности расчетов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа</li> <li>- применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</li> <li>- выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</li> <li>- современными методами расчета элементов железнодорожного пути на прочность;</li> <li>- уметь проводить анализ надежности работы элементов железнодорожного</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа</li> <li>- методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- особенности расчетов элементов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа</li> <li>- применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</li> <li>- современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</li> <li>- уметь проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа</li> <li>- методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- особенности расчетов и проектирования элементов верхнего строения железнодорожного пути для различных условий эксплуатации</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы компьютерного моделирования в среде конечно-элементного анализа</li> <li>- применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- выполнять статические и динамические расчеты конструкций пути и искусственных сооружений с учетом изменения эксплуатационных параметров</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь применять методы проектирования и расчета конструкций железнодорожного пути и его сооружений на прочность и устойчивость;</li> <li>- современными методами расчета и проектирования элементов железнодорожного пути на прочность и устойчивость;</li> <li>- уметь проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом.</li> </ul>



	пути в целом.	элементов железнодорожного пути на прочность; - умением проводить анализ надежности работы элементов и конструкции железнодорожного пути в целом.	
--	---------------	--	--

### 2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

#### а) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. - прочно усвоил предусмотренной программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы. - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов - без ошибок выполнил практическое задание.
Незачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

#### б) Шкала оценивания контрольных работ

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне не ниже базового. Даны ответы на все теоретические вопросы. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения
Незачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют, имеются ошибки в теоретических вопросах.

### 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции, индикатор	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ПК-2 (ПК-2.1),	Этап 1. Формирование	- дискуссия: вопросы для обсуждения

ПК-6 (ПК-6.1, ПК-6.2)	теоретической базы знаний	
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- решение задач на практических занятиях
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- контрольная работа
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к зачету (приложение 1)

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков**

##### **Зачет**

Зачет проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы и задача. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 20 мин.

##### **Дискуссия**

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины).

##### **Контрольная работа**

Контрольные работы выполняются в соответствии с заданиями и методическими указаниями. В них отражены наиболее важные практические задачи дисциплины, которые выполняются студентами самостоятельно. В случае необходимости студент получает консультации у ведущего преподавателя в назначенные дни и часы недели. Выполненные работы сдаются на рецензирование преподавателю на факультет или на кафедру. Положительная рецензия дает право студенту сдавать зачет по контрольной работе, который принимается на консультации или в дополнительные часы ведущим преподавателем кафедры.

После проверки контрольная работа возвращается студентам для подготовки к ее защите.

Защита контрольной работы проводится на экзаменационной сессии и является основанием для допуска студента к зачету. При защите контрольной работы студенты должны ответить на теоретические вопросы по тематике контрольной работы.

Тема контрольной работы: «Определение зависимости конечного результата от аргументов»

##### **Задание.**

1. В рамках предметной области контрольной работы составить массив

эмпирических данных для последующей обработки.

2. Выполнить линейный анализ регрессионных кривых и выбрать наилучшую пару.
3. Для лучшей пары провести функциональные преобразования аргумента и выбрать наилучшую аппроксимацию.
4. Для ранее составленного массива эмпирических данных подобрать многоаргументную функцию зависимости конечного результата от аргументов с помощью метода наименьших квадратов.
5. Выполнить анализ полученного результата аппроксимации: оценить качество функции, отсеять статистически незначимые аргументы, выполнить дисперсионный анализ и т.д.
6. Для весомых аргументов провести функциональные преобразования и оценить перспективы улучшения качества аппроксимации.

Контрольная работа носит расчетно-аналитический характер. Задания выбираются по последней цифре шифра и первой букве фамилии студента.

### **Практические занятия**

Практические занятия — метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

## Вопросы для зачета

### Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Основные положения теории решения изобретательских задач
2. Технологии компромиссных решений
3. Методы эвристической аналогии, инверсии и комплексы
4. Этапы решения технической задачи
5. Законы развития технических систем
6. Вещественно полевой (вепольный) анализ
7. Особенности постановки строительных задач
8. Этапы конкретизации условий построения модели
9. Анализ модели задачи
10. Информационный фонд стандартных решений
11. Суть системы приемов
12. Стандарты на решение изобретательских задач
13. Суть метода проб и ошибок
14. Мозговой штурм как метод исследований
15. Метод синектики, морфологический анализ
16. Метод фокальных объектов
17. Метод контрольных вопросов
18. Пути решения технических задач
19. Оценка полученного решения задач
20. Эффекты ускорения противоречий
21. Ресурсы ускорения противоречий
22. Критерии физического подобия
23. Методы технического творчества

### Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Виртуальные подходы к решению научно технических задач
2. Аппроксимационные методы решения задач
3. Методы обработки эмпирических данных в решении научно- технических задач
4. Регрессионный метод обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач
5. Корреляционный метод обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач
6. Дисперсионный метод обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач
7. Многофакторный метод обработки эмпирических данных в решении научно-технических задач
8. Основные предпосылки к переходу от инженерных методик к математическому моделированию процессов
9. Качественные предпосылки к переходу от балочной теории расчета к компьютерному моделированию

10. Полная формулировка законов сохранения
11. Уравнения закона Гука
12. Вариационная формулировка метода конечных элементов
13. Вариационная формулировка метода контрольных объемов
14. Технологии реализации формулировки метода конечных элементов
15. Технология реализации метода контрольных объемов
16. Типы граничных условий применяемых при математическом моделировании

**Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»**

1. Конечно-разностные методы решения системы уравнений Гука
2. Методы численной реализации метода конечных элементов
3. Методы численной реализации метода контрольных объемов
4. Расчетные сетки. Основные критерии оптимизации расчетных элементов
5. Алгоритмы формирования расчетных областей и формирование расчетных ячеек
6. Блочная технология разбишки области расчета
7. Базовые навыки и технологии работы в пакетах прикладных программ, методы визуализации постпроцессинга
8. Закон сохранения момента импульса в упругой среде
9. Закон сохранения момента импульса в пластичной среде
10. Закон сохранения момента импульса в зернистой среде
11. Типы конечных элементов при моделировании упруго деформируемых сред
12. Типы граничных условий применяемых при математическом моделировании прочности и устойчивости сооружений
13. Математические модели поведения упругих материалов при восприятии внешней нагрузки.