

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «30» мая 2025 г. № 51

Б1.О.18 Инженерное моделирование и расчеты

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация/профиль – Грузовые вагоны

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма 5 лет; заочная форма 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Транспортное машиностроение

Общая трудоемкость в з.е. – 3
Часов по учебному плану (УП) – 108

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 3 семестр
заочная форма обучения:
экзамен 2 курс

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51	51
– лекции	17	17
– практические (семинарские)		
– лабораторные	34	34
Самостоятельная работа	21	21
Экзамен	36	36
Итого	108	108

Заочная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Курс	2	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	12	12
– лекции	6	6
– практические (семинарские)		
– лабораторные	6	6
Самостоятельная работа	78	78
Экзамен	18	18
Итого	108	108

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
009B9D93267016946D4792FA33A1E1FAE3 с 22 января 2025 г. по 17 апреля 2026 г. Подпись
соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215.

Программу составил(и):

канд. техн. наук, доцент, И.Ю. Ермоленко

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Транспортное машиностроение», протокол от «20» мая 2025 г. № 10

Зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор

О.В. Мельниченко

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование у обучающихся комплексного понимания процессов моделирования и методов инженерных расчетов, необходимых для профессиональной деятельности в сфере железнодорожного транспорта
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение методов математического компьютерного моделирования инженерных систем
2	освоение практических навыков работы с современными программными комплексами для инженерных расчетов и моделирования
3	формирование компетенций по применению методов моделирования для решения профессиональных задач в сфере железнодорожного транспорта
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
<ul style="list-style-type: none"> – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли 	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика
2	Б1.О.17 Система автоматизированного проектирования
3	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.19 Теоретическая механика
2	Б1.О.31 Сопротивление материалов
3	Б1.О.32 Технологии конструкционных материалов
4	Б1.О.33 Детали машин и основы конструирования
5	Б1.О.35 Основы теории надежности подвижного состава
6	Б1.О.41 Теория механизмов и машин
7	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
8	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.2 Применяет системы автоматизированного проектирования на базе отечественного и зарубежного программного обеспечения для проектирования транспортных объектов	Знать: принципы, методы и алгоритмы математического и компьютерного моделирования транспортных объектов с учетом требований нормативных документов, а также возможности отечественного и зарубежного программного обеспечения для проектирования
		Уметь: выполнять инженерные расчеты и создавать математические модели транспортных систем с использованием систем автоматизированного проектирования, анализировать результаты и оценивать их достоверность
		Владеть: комплексными навыками работы с программным обеспечением для инженерного моделирования и проектирования транспортных объектов, включая проверку

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
	тепловых и механических задач в программе «ELCUT».											
3.1	Расчет электрических полей переменных и постоянных токов	3		2	1	2/уст.				4	ОПК-4.2	
3.2	Расчет температурного поля в пазе ротора электрической машины	3		2	1	2/уст.				4	ОПК-4.2	
3.3	Определение джоулева тепла в проводнике	3		2	1	2/уст.				4	ОПК-4.2	
4.0	Раздел 4. Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga».											
4.1	BIM – среда и ее инструментов	3	2			1	2/уст.	2		2	ОПК-4.2	
4.2	Общее знакомство с BIM-системой	3		2	1	2/уст.				4	ОПК-4.2	
4.3	Разработка архитектурно-строительных конструкций	3		2	1	2/уст.			2	2	ОПК-4.2	
5.0	Раздел 5. Моделирование производственных процессов в «AnyLogic».											
5.1	Моделирование производственных процессов и систем	3	2			1	2/уст.			4	ОПК-4.2	
5.2	Создание модели технологической сборки изделия	3		2	1	2/уст.				2	ОПК-4.2	
5.3	Разработка логистической модели отдельного предприятия	3		2	1	2/уст.				2	ОПК-4.2	
6.0	Раздел 6. Основы моделирования систем в среде «SimInTech».											
6.1	Математическое описание элементов и систем управления	3	2				2/уст.	2			ОПК-4.2	
6.2	Динамические звенья и их характеристики	3	2				2/уст.			2	ОПК-4.2	
6.3	Моделирование и исследование типовых динамических звеньев	3		1	1	2/уст.				2	ОПК-4.2	
6.4	Исследование частотных характеристик систем автоматического управления	3		1	1	2/уст.				2	ОПК-4.2	
6.5	Расчет цепей постоянного и переменного токов	3		2	1	2/уст.			2		ОПК-4.2	
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	3	36			2/зимняя	18				ОПК-4.2	
	Контрольная работа					2/зимняя				4	ОПК-4.2	
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17		34	21		6		6	78	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.1.1	Борзяк, А. А. Основы компьютерного моделирования и визуализации : учебное пособие для вузов / А. А. Борзяк, В. В. Топорков, Д. М. Емельянов, О. И. Самощёрнов, Р. С. Смирнов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 244 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/369233 (дата обращения: 18.03.2025). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.2.1	Куксенко, С. П. Моделирование электромагнитной совместимости технических средств : учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / С. П. Куксенко. — Москва : ТУСУР, 2023. — 60 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/394268 (дата обращения: 18.03.2025). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.2	Игнатова, Е. В. Организация информационного моделирования : учебно-методическое пособие / Е. В. Игнатова, Н. В. Князева. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2024. — 48 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/452216 (дата обращения: 18.03.2025). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.3	Хабаров, С. П. Основы моделирования технических систем. Среда Simintech : учебное пособие для спо / С. П. Хабаров, М. Л. Шилкина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 120 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/382067 (дата обращения: 18.03.2025). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.4	Игнатюгин, В. Ю. Трехмерное моделирование и прочностные расчеты в APM WinMachine: практикум : практикум / В. Ю. Игнатюгин, Д. С. Воронцов. — Новосибирск : СГУПС, 2021. — 115 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/270812 (дата обращения: 18.03.2025). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.3.1	Ермоленко, И.Ю. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.04.02 Механика сходов вагонов по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация Грузовые вагоны / И.Ю. Ермоленко ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2025. – 13 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_68000_1329_2025_1_signed.pdf	Онлайн

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/
6.2.2	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» — https://cyberleninka.ru/
6.2.3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/

6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

6.3.1 Базовое программное обеспечение

6.3.2 Специализированное программное обеспечение

6.3.2.1	Не предусмотрено
---------	------------------

6.3.3 Информационные справочные системы

6.3.3.1	Не предусмотрены
---------	------------------

6.4 Правовые и нормативные документы

6.4.1	Не предусмотрены
-------	------------------

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Лабораторная работа	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;

	<ul style="list-style-type: none"> - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Инженерное моделирование и расчеты» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации**

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Инженерное моделирование и расчеты» участвует в формировании компетенций:

ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
3 семестр				
1.0	Раздел 1. Введение в инженерное моделирование и расчеты			
1.1	Текущий контроль	Введение в методы исследования работоспособности изделия	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.0	Раздел 2. Решение задач моделирования работы узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры с применением метода конечных элементов в программных продуктах «АПМ»			
2.1	Текущий контроль	Основы метода конечных элементов (МКЭ)	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.2	Текущий контроль	Системы инженерного анализа (CAE)	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.3	Текущий контроль	Расчет объемного тела на примере статического расчета кронштейна в «APM FEM»	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.4	Текущий контроль	Моделирование объемных и поверхностных деталей в «APM Studio» на примере узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.5	Текущий контроль	Статический расчет напряженно-деформированного состояния упрощенной модели моста	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.6	Текущий контроль	Моделирование нагрева проводников и электронных плат	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.7	Текущий контроль	Сопряженный теплообмен между твердотельной моделью и нагретым потоком воздуха	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.8	Текущий контроль	Моделирование движения сжатого воздуха из замкнутого резервуара по пневматической системе	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.9	Текущий контроль	Основы оптимизации инженерных конструкций	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.10	Текущий контроль	Выполнение оптимизации конструкции металлоконструкции	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.0	Раздел 3. Моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач в программе «ELCUT»			
3.1	Текущий контроль	Расчет электрических полей переменных и постоянных токов	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)

3.2	Текущий контроль	Расчет температурного поля в пазе ротора электрической машины	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.3	Текущий контроль	Определение джоулева тепла в проводнике	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.0	Раздел 4. Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga»			
4.1	Текущий контроль	BIM – среда и ее инструментарий	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
4.2	Текущий контроль	Общее знакомство с BIM-системой	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.3	Текущий контроль	Разработка архитектурно-строительных конструкций	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.0	Раздел 5. Моделирование производственных процессов в «AnyLogic»			
5.1	Текущий контроль	Моделирование производственных процессов и систем	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
5.2	Текущий контроль	Создание модели технологической сборки изделия	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.3	Текущий контроль	Разработка логистической модели отдельного предприятия	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
6.0	Раздел 6. Основы моделирования систем в среде «SimInTech»			
6.1	Текущий контроль	Математическое описание элементов и систем управления	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
6.2	Текущий контроль	Динамические звенья и их характеристики	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
6.3	Текущий контроль	Моделирование и исследование типовых динамических звеньев	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
6.4	Текущий контроль	Исследование частотных характеристик систем автоматического управления	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
6.5	Текущий контроль	Расчет цепей постоянного и переменного токов	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Введение в инженерное моделирование и расчеты. Раздел 2. Решение задач моделирования работы узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры с применением метода конечных элементов в программных продуктах «АПИМ». Раздел 3. Моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач в программе «ELCUT». Раздел 4. Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga». Раздел 5. Моделирование производственных процессов в «AnyLogic». Раздел 6. Основы моделирования систем в среде «SimInTech».	ОПК-4.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
2 курс, сессия установочная				
1.0	Раздел 1. Введение в инженерное моделирование и расчеты.			
1.1	Текущий контроль	Введение в методы исследования работоспособности изделия	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.0	Раздел 2. Решение задач моделирования работы узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры с применением метода конечных элементов в программных продуктах «АИМ».			
2.1	Текущий контроль	Основы метода конечных элементов (МКЭ)	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.2	Текущий контроль	Системы инженерного анализа (CAE)	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.3	Текущий контроль	Расчет объемного тела на примере статического расчета кронштейна в «APM FEM»	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.4	Текущий контроль	Моделирование объемных и поверхностных деталей в «APM Studio» на примере узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.5	Текущий контроль	Статический расчет напряженно-деформированного состояния упрощенной модели моста	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.6	Текущий контроль	Моделирование нагрева проводников и электронных плат	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.7	Текущий контроль	Сопряженный теплообмен между твердотельной моделью и нагретым потоком воздуха	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.8	Текущий контроль	Моделирование движения сжатого воздуха из замкнутого резервуара по пневматической системе	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.9	Текущий контроль	Основы оптимизации инженерных конструкций	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.10	Текущий контроль	Выполнение оптимизации конструкции металлоконструкции	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.0	Раздел 3. Моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач в программе «ELCUT».			
3.1	Текущий контроль	Расчет электрических полей переменных и постоянных токов	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.2	Текущий контроль	Расчет температурного поля в пазах ротора электрической машины	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.3	Текущий контроль	Определение джоулева тепла в проводнике	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.0	Раздел 4. Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga».			
4.1	Текущий контроль	BIM – среда и ее инструментарий	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
4.2	Текущий контроль	Общее знакомство с BIM-системой	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.3	Текущий контроль	Разработка архитектурно-строительных конструкций	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.0	Раздел 5. Моделирование производственных процессов в «AnyLogic».			

5.1	Текущий контроль	Моделирование производственных процессов и систем	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
5.2	Текущий контроль	Создание модели технологической сборки изделия	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.3	Текущий контроль	Разработка логистической модели отдельного предприятия	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
6.0	Раздел 6. Основы моделирования систем в среде «SimInTech».			
6.1	Текущий контроль	Математическое описание элементов и систем управления	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
6.2	Текущий контроль	Динамические звенья и их характеристики	ОПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
6.3	Текущий контроль	Моделирование и исследование типовых динамических звеньев	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
6.4	Текущий контроль	Исследование частотных характеристик систем автоматического управления	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
6.5	Текущий контроль	Расчет цепей постоянного и переменного токов	ОПК-4.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
2 курс, сессия зимняя				
	Текущий контроль	Раздел 1. Введение в инженерное моделирование и расчеты.	ОПК-4.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Введение в инженерное моделирование и расчеты. Раздел 2. Решение задач моделирования работы узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры с применением метода конечных элементов в программных продуктах «АПМ». Раздел 3. Моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач в программе «ELCUT». Раздел 4. Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga». Раздел 5. Моделирование производственных процессов в «AnyLogic». Раздел 6. Основы моделирования систем в среде «SimInTech».	ОПК-4.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
2	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения
------------------	---------------------	------------------

		компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	«зачтено» Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено» Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

Тестирование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»		«не зачтено» Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.0 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения контрольных работ.

Образец типового варианта контрольной работы

«Исследование работоспособности изделия методами конечных элементов»

В контрольной работе необходимо предоставить инженерный расчет методами

конечных элементов любого на выбор узла или детали подвижного состава.

3.2 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-4.2	Введение в инженерное моделирование и расчеты	Знание	ЗТЗ – 10 ОТЗ – 7
ОПК-4.2	Введение в методы исследования работоспособности изделия	Знание	ЗТЗ – 10
ОПК-4.2	Решение задач моделирования работы узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры с применением метода конечных элементов в программных продуктах «АПИМ»	Знание	ЗТЗ – 5 ОТЗ – 2
		Умение	ЗТЗ – 3 ОТЗ – 2
		Навык	ЗТЗ – 5 ОТЗ – 2
ОПК-4.2	Основы метода конечных элементов (МКЭ)	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Системы инженерного анализа (CAE)	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач в программе «ELCUT»	Знание	ЗТЗ – 5 ОТЗ – 2
		Умение	ЗТЗ – 3 ОТЗ – 2
		Навык	ЗТЗ – 3 ОТЗ – 2
ОПК-4.2	Расчет электрических полей переменных и постоянных токов	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Расчет температурного поля в пазах ротора электрической машины	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga»	Знание	ЗТЗ – 5 ОТЗ – 2
		Умение	ЗТЗ – 3 ОТЗ – 2
		Навык	ЗТЗ – 5 ОТЗ – 2
ОПК-4.2	BIM – среда и ее инструментарий	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Общее знакомство с BIM-системой	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Моделирование производственных процессов в «AnyLogic»	Знание	ЗТЗ – 2 ОТЗ – 2
		Умение	ЗТЗ – 3 ОТЗ – 2
		Навык	ЗТЗ – 2 ОТЗ – 2
ОПК-4.2	Моделирование производственных процессов и систем	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Разработка логистической модели отдельного предприятия	Знание	ЗТЗ – 10 ОТЗ – 7
ОПК-4.2	Основы моделирования систем в среде «SimInTech»	Знание	ЗТЗ – 5 ОТЗ – 2
		Умение	ЗТЗ – 5 ОТЗ – 2
		Навык	ЗТЗ – 5 ОТЗ – 2
ОПК-4.2	Математическое описание элементов и систем управления	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Динамические звенья и их характеристики	Знание	ЗТЗ – 5
ОПК-4.2	Моделирование и исследование типовых динамических звеньев	Знание	ЗТЗ – 10 ОТЗ – 7
		Итого	ЗТЗ – 144 ОТЗ – 52

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Тест по теме «Введение в инженерное моделирование и расчеты»

1. Что является основной целью инженерного моделирования?
 - а) Создание точных копий реальных объектов
 - б) Визуализация технических решений
 - в) Исследование поведения объектов в различных условиях
 - г) Упрощение чертежей
2. Какой метод является основным при проведении инженерного анализа?
 - а) Метод конечных элементов
 - б) Метод конечных разностей
 - в) Метод конечных объемов
 - г) Метод конечных интегралов
3. Что такое CAE-система?
 - а) Система автоматизированного проектирования
 - б) Система компьютерного анализа и инженерного расчета
 - в) Система управления предприятием
 - г) Система моделирования производства
4. Какие типы задач решаются с помощью метода конечных элементов?
 - а) Только механические
 - б) Только тепловые
 - в) Только электромагнитные
 - г) Механические, тепловые и электромагнитные
5. Что такое BIM-моделирование?
 - а) Технология создания 3D-моделей зданий
 - б) Система управления строительными проектами
 - в) Метод расчета строительных конструкций
 - г) Программа для проектирования интерьеров
6. Какие задачи решаются с помощью программы AnyLogic?
 - а) Моделирование производственных процессов
 - б) Расчет механических напряжений
 - в) Анализ электромагнитных полей
 - г) Проектирование электрических схем
7. Что такое сопряженный теплообмен?
 - а) Теплообмен между двумя твердыми телами
 - б) Теплообмен между твердым телом и жидкостью
 - в) Теплообмен между твердым телом и газовым потоком
 - г) Все вышеперечисленное
8. Какие типы оптимизации существуют в инженерном анализе?
 - а) Геометрическая оптимизация
 - б) Топологическая оптимизация
 - в) Размерная оптимизация
 - г) Все вышеперечисленное
9. Что такое ELCUT?
 - а) Программа для расчета электрических полей
 - б) Система управления базами данных
 - в) Программа для моделирования производственных процессов
 - г) Система проектирования электроники

10. Какие основные типы анализа проводятся в программе SimInTech?

- а) Анализ электрических цепей
- б) Анализ систем управления
- в) Анализ механических систем
- г) Все вышеперечисленное

Ответ: 1 – в, 2 – а, 3 – б, 4 – г, 5 – а, 6 – а, 7 – г, 8 – г, 9 – а, 10 - г.

3.3 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Расчет объемного тела на примере статического расчета кронштейна в «APM FEM»»

Цель: Изучить принципы построения трёхмерных моделей деталей и произвести расчёт напряжённо-деформированного состояния объемного элемента конструкции — кронштейна методом конечных элементов с использованием программы APM FEM.

Задачи:

1. Создать трехмерную модель кронштейна произвольной конфигурации в APM FEM;
2. Выбрать подходящий материал для изготовления кронштейна и определить механические свойства материала
3. Определить внешние нагрузки, действующие на кронштейн, и наложить необходимые фиксирующие ограничения
4. Выполнить численное решение статического уравнения равновесия методом конечных элементов, используя разработанную модель и установленные граничные условия.
5. Проанализировать распределение внутренних напряжений и деформаций в теле кронштейна, выявить наиболее уязвимые зоны конструкции.

Изменить некоторые параметры конструкции (размеры сечения, форму детали, положение точки крепления) и повторить расчеты, сравнить влияние изменений на поведение конструкции.

Содержание отчета:

1. Название и цель работы
 - тема лабораторной работы;
 - цель и задачи исследования;
 - используемые компоненты и оборудование.
2. Теоретическая часть
 - кратко опишите основные понятия и положения теории
 - приведите формулу общего закона механики;
 - поясните понятие механических характеристик материалов, напряжение и деформацию, методы конечно-элементного анализа
3. Практическая реализация
 - постановка задачи;
 - методика исследования;
 - Результаты и их интерпретация.
4. Результаты испытаний
 - проверка работоспособности;
 - измерение основных параметров;
 - оценка точности измерений;
 - выявленные проблемы и их решения.
5. Вывод

- основные результаты работы;
- рекомендации по улучшению;
- практическая значимость полученных результатов.

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Чем отличается метод конечных элементов от аналитических методов расчета напряженно-деформированного состояния твердых тел?
2. Почему важно правильно выбирать размер сетки при проведении конечно-элементного анализа? Как влияет увеличение плотности сетки на результаты расчета?
3. Какие факторы определяют выбор материала для кронштейна в ходе вашей лабораторной работы? По каким критериям оценивается пригодность материала?
4. Какие виды нагрузок были использованы вами в эксперименте и каковы особенности каждой из них?
5. Что такое эквивалентные напряжения по критерию фон Мизеса и каково их значение для анализа прочности конструкции?
6. Какой смысл имеют граничные условия в задаче статического расчета и как они реализуются в программе APM FEM?
7. Охарактеризуйте главные показатели, характеризующие надежность конструкции, полученные в результате вашего расчета (деформации, напряжения, запасы прочности)?
8. Как повлияло бы изменение угла приложения нагрузки на величину максимального напряжения в структуре кронштейна?
9. Возможна ли ошибка в результатах анализа, если неправильно настроены физические свойства материала? Если да, приведите пример такой ситуации.
10. Какие дополнительные инструменты анализа предлагает программа APM FEM помимо стандартных показателей напряжений и деформаций?

3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену (для оценки знаний)

Раздел 1. Введение в инженерное моделирование и расчеты

1. Что понимается под термином "инженерное моделирование"? Какие задачи оно решает?
2. В чём заключаются основные различия между детерминированными и вероятностными моделями инженерных расчётов?
3. Какие ключевые шаги входят в цикл разработки и верификации математической модели?
4. Какие современные программные комплексы применяются для автоматизации инженерных расчётов и моделирования?

Раздел 2. Решение задач моделирования работы узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры с применением метода конечных элементов в программных продуктах «АПМ»

5. Какие объекты железнодорожного транспорта целесообразно исследовать с помощью метода конечных элементов?
6. Из каких основных шагов состоит процедура моделирования с использованием программных продуктов серии «АПМ»?
7. Как выбрать подходящую сетку конечных элементов для конкретного узла транспортного оборудования?
8. Какие проблемы возникают при некорректном выборе типов конечных элементов и шага сетки?

Раздел 3. Моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач в программе «ELCUT»

9. Какое назначение имеет программа ELCUT и какими основными модулями она оснащена?
10. Какие задачи решают модули ELCUT: Thermal, Electrostatics и Magnetics?
11. В каком порядке осуществляется подготовка входных данных и проведение расчётов в ELCUT?

12. Какие типы источников возбуждения поддерживаются программой ELCUT при моделировании электромагнитных полей?

Раздел 4. Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga»

13. Что означает аббревиатура BIM и какую роль играет информационная модель здания?

14. Какие возможности предоставляет система Renga архитекторам и инженерам-проектировщикам?

15. Чем отличаются архитектурные и конструктивные модели в рамках информационной среды проектирования Renga?

16. Какие процессы управления проектами поддерживает BIM-технология в архитектуре и строительстве?

Раздел 5. Моделирование производственных процессов в «AnyLogic»

17. Что означает аббревиатура BIM и какую роль играет информационная модель здания?

18. Какие возможности предоставляет система Renga архитекторам и инженерам-проектировщикам?

19. Чем отличаются архитектурные и конструктивные модели в рамках информационной среды проектирования Renga?

20. Какие процессы управления проектами поддерживает BIM-технология в архитектуре и строительстве?

Раздел 6. Основы моделирования систем в среде «SimInTech»

21. Какие классы динамических систем позволяют моделировать SimInTech?

22. Что такое библиотека компонентов в SimInTech и какие стандартные компоненты включены в неё?

23. Для чего применяется инструмент симуляции переходных процессов в SimInTech?

24. Какие подходы используют в SimInTech для идентификации нелинейных динамических систем?

3.5 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

Раздел 1. Введение в инженерное моделирование и расчеты

1. Составьте классификацию видов инженерных расчётов (детерминированные, статистические, гибридные) и дайте характеристику каждому виду.

2. Разработайте блок-схему процесса создания и верификации математической модели технического устройства.

3. Подготовьте список требований, предъявляемых к инженерным расчётам современных изделий машиностроения.

4. Решите простую техническую задачу, выполнив ручные приближённые расчёты какого-либо простого компонента машины (например, стержня на сжатие или изгиб балки).

Раздел 2. Решение задач моделирования работы узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры с применением метода конечных элементов в программных продуктах «АПМ»

5. Используя программу АРМ-Машиностроение, создайте двумерную модель рессорного подвешивания вагона и проведите расчёт собственных частот колебаний.

6. Спроектируйте втулочный подшипник рельсового транспортера и выполните проверочный расчет на усталость материала с помощью программных продуктов серии «АПМ».

7. Изучив документацию по железнодорожному сцеплению вагонов, составьте двухмерную конечно-элементную модель крюкового соединения и проанализируйте напряжения в зоне максимальной концентрации.

8. Реализуйте виртуальное испытание железнодорожного колеса на контактную выносливость, определив уровень безопасности эксплуатации колёсной пары.

Раздел 3. Моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач в программе «ELCUT»

9. Создайте проект в ELCUT для определения магнитного поля вокруг проводника с током.
10. Исследуйте температурное поле плоской стенки с различными материалами покрытия при воздействии тепловой нагрузки.
11. Рассчитайте распределение электрического потенциала и тока в полупроводниковом приборе.
12. Выполните тепловое моделирование нагрева электрической катушки индуктивности, учитывая зависимость сопротивления меди от температуры

Раздел 4. Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga»

13. Нарисуйте трехмерную модель однокомнатной квартиры с обозначением стен, окон, дверей и сантехнических приборов.
14. Добавьте строительные слои и заполнители (бетон, кирпич, гипсокартон) в стены своего проекта в Renga и просмотрите отчеты по расходу материалов.
15. Импортируйте готовые мебельные элементы из каталога и разместите их в интерьере своей комнаты.
16. Просчитайте площадь поверхностей и объемы помещений в проекте.

Раздел 5. Моделирование производственных процессов в «AnyLogic»

17. Разработайте простую производственную линию с двумя станками и одним оператором.
18. Используйте механизм очередей («очередь») для реализации буферизации заготовок между этапами обработки.
19. Включите фактор случайности в поступлении заказов и настройте мониторинг производительности линии.
20. Смоделируйте эффект поломки оборудования и восстановления работоспособности с помощью таймера задержки.

Раздел 6. Основы моделирования систем в среде «SimInTech»

21. Соберите модель RC-фильтра первого порядка и исследуйте реакцию фильтра на ступенчатое воздействие сигнала.
22. Реализуйте простое управление двигателем постоянного тока с обратной связью по скорости вращения вала.
23. Создайте схему замещения колебательного контура LC и изучите свободные колебания в зависимости от начальных условий.
24. Пронаблюдайте переходные процессы в электромеханическом приводе с асинхронным электродвигателем при изменении нагрузки.

3.6 Перечень типовых практических заданий к экзамену (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

Раздел 1. Введение в инженерное моделирование и расчеты

1. Построить упрощенную физическую модель моста, рассчитать допустимую нагрузку на один пролет с учётом веса самой конструкции и внешнего воздействия (ветровая нагрузка, вес автомобиля).
2. Подобрать оптимальный диаметр стального троса для подъёмного механизма, основываясь на известных показателях предела прочности материала и допускаемых напряжениях.

Раздел 2. Решение задач моделирования работы узлов подвижного состава и объектов инфраструктуры с применением метода конечных элементов в программных продуктах «АПИМ»

3. Рассчитать напряжённое состояние оси колесной пары пассажирского вагона под нагрузкой, используя модуль АРМ-Профиль, учесть усталостные эффекты и установить критические участки.
4. Создать модель сварочного шва рамы локомотива и провести исследование его устойчивости к циклическим нагрузкам с целью выявления зон потенциальных дефектов.

Раздел 3. Моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач в программе «ELCUT»

5. Провести расчет индукционного нагревателя и определить эффективность передачи тепла к обрабатываемым деталям, используя электростатический и тепловой модули ELCUT.

6. Выполнить расчет распределенного магнитного поля трансформатора и проанализировать потери мощности вследствие паразитных явлений (вихревые токи, гистерезис).

Раздел 4. Информационное моделирование зданий в BIM-системе «Renga»

7. Создать полную информационную модель жилого дома с привязкой всех конструктивных элементов (фундаменты, стены, перекрытия, окна, двери) и выполнить расчёт необходимых строительных материалов.

8. Оформить объект промышленного назначения (склад или цех), включая технологическое оборудование, коммуникации и энергетические сети, проверить соблюдение нормативов противопожарной безопасности.

Раздел 5. Моделирование производственных процессов в «AnyLogic»

9. Разработать имитационную модель сборочной линии завода, включающую операции сборки, контроля качества и упаковки продукции, выявить узкие места и предложить пути повышения эффективности.

10. Смоделировать процесс обслуживания клиентов в сервисном центре, предусмотреть очереди ожидания, перерывы сотрудников и отказы техники, рассчитать среднее время пребывания клиента в сервисе.

Раздел 6. Основы моделирования систем в среде «SimInTech»

11. Реализовать модель системы автоматического регулирования температуры в помещении с регулятором PID и датчиком температуры.

12. Спроектировать электрическую цепь питания двигателя постоянного тока с фильтром подавления помех и защитой от перегрузок, провести компьютерное тестирование реакции цепи на скачкообразные возмущения.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами оформления (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончании ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Образец экзаменационного билета

 <p>ИРГУПС 2025-2026 учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Инженерное моделирование и расчеты</u>»</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой « _____ » ИРГУПС _____</p>
<p>1. Из каких основных шагов состоит процедура моделирования с использованием программных продуктов серии «АПМ»?</p> <p>2. Чем отличаются архитектурные и конструктивные модели в рамках информационной среды проектирования Renga?</p> <p>3. Подобрать оптимальный диаметр стального троса для подъёмного механизма, основываясь на известных показателях предела прочности материала и допускаемых напряжениях.</p>		