

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

**Красноярский институт железнодорожного транспорта**

– филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(КрИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ ректора

от «31» мая 2024 г. № 425-1

## Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов

### рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Электрический транспорт железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – заочная форма, 6 лет обучения

Кафедра-разработчик программы – Строительство железных дорог

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Формы промежуточной аттестации на курсах

Часов по учебному плану (УП) – 108

заочная форма обучения

экзамен 3 курс

### Заочная форма обучения

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
– лекции	6	6
– лабораторные	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>78</b>	<b>78</b>
<b>Экзамен</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

КРАСНОЯРСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

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:  
канд.техн.наук, доцент

П.В. Новиков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Строительство железных дорог», протокол от «18» апреля 2024 г. № 8.

Зав. кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент

Ж.М. Мороз

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Эксплуатация железных дорог», протокол от «17» апреля 2024 г. № 7.

И.о. зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

В.С. Томилов

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>	
1	Развитие навыков моделирования и исследования систем и процессов с применением вычислительной техники и пакетов прикладных программ
2	Развитие логического и алгоритмического мышления
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	Овладение необходимым математическим аппаратом, помогающим моделировать, анализировать и решать прикладные инженерные задачи с применением ПК
2	Развитие умения оперировать понятиями и методами дисциплины, используемыми в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности
3	Освоить основные методы математического моделирования, методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового – 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 воспитания достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологии профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> </ul> формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	
Экологическое воспитание обучающихся	
Цель экологического воспитания – формирование ответственного отношения к окружающей среде, которое строится на базе экологического сознания, что предполагает соблюдение нравственных и правовых принципов природопользования и пропаганду идей его оптимизации, активную деятельность по изучению и охране природы. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие экологического сознания и устойчивого экологического поведения;</li> <li>– формирование умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии;</li> <li>– приобретение опыта эколого-направленной деятельности;</li> <li>– становление и развитие у обучающихся экологической культуры, бережного отношения к родной земле, природным богатствам России и мира, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды;</li> <li>– формирование у обучающихся экологической картины мира, развитие у них стремления беречь и охранять природу;</li> </ul> развитие экологического сознания, мировоззрения и устойчивого экологического поведения	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.О.07 Математика
2	Б1.О.11 Физика
3	Б1.О.12 Химия
4	Б1.О. 27 Электротехника и электроника
5	Б1.О.28 Теплотехника
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.46 Теория автоматического управления
2	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
3	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения

ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.5 Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях	Знать: математические методы и приемы моделирования, применяемые для решения научных, исследовательских задач
		Уметь: оценивать различные методы решения задачи и выбирать оптимальный метод
		Владеть: приемами записи результатов проведенных исследований в терминах предметной области
	ОПК-1.6. Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	Знать: основные методы математического моделирования, классификации моделей, методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей для обоснования принятия решений
		Уметь: применять и эффективно использовать полученную теоретическую подготовку для обоснования принятия решения
		Владеть: навыками применения математических методов и моделей; методами анализа процессов для построения их математических моделей для обоснования принятия решений

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Заочная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели.</b>						
1.1	Тема 1.1. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Статистическое моделирование	3/уст.				4	ОПК-1.5 ОПК-1.6
1.2	Тема 1.2. Основные этапы построения математических моделей различных систем и процессов. Классификация моделей	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
1.3	Лабораторная работа № 1. Основные принципы работы вычислительной среды. Элементы теории погрешностей	3/уст.			2	1	ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели.</b>						
2.1	Тема 2.1. Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
2.2	Тема 2.2. Построение моделей простейших линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
2.3	Тема 2.3. Построение статических моделей по экспериментальным данным. Интерполяция и аппроксимация функций	3/уст.	2			4	ОПК-1.5 ОПК-1.6
2.4	Тема 2.4. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
2.5	Лабораторная работа № 2. Численное решение нелинейных уравнений	3/уст.					ОПК-1.5 ОПК-1.6
2.6	Лабораторная работа № 3. Численное решение систем линейных уравнений	3/уст.					ОПК-1.5 ОПК-1.6
2.7	Лабораторная работа № 4. Анализ данных.	3/уст.					ОПК-1.5

	Интерполяция						ОПК-1.6
2.8	Лабораторная работа № 5. Аппроксимация функций	3/уст.			2	1	ОПК-1.5 ОПК-1.6
2.9	Лабораторная работа № 6. Численное интегрирование	3/уст.					ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Динамические модели.</b>						
3.1	Тема 3.1. Моделирование аperiodического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
3.2	Тема 3.2. Динамические модели. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
3.3	Тема 3.3. Математическое моделирование электрических цепей переменного тока, электрических машин постоянного и переменного тока, генераторов электрических колебаний, математического маятника	3/уст.	2			4	ОПК-1.5 ОПК-1.6
3.4	Лабораторная работа № 7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	3/уст.			2	1	ОПК-1.5 ОПК-1.6
3.5	Лабораторная работа № 8. Сеточный метод решения дифференциальных уравнений в частных производных	3/уст.					ОПК-1.5 ОПК-1.6
3.6	Лабораторная работа № 9. Компьютерное моделирование аperiodического процесса	3/уст.					ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Структурное моделирование.</b>						
4.1	Тема 4.1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). САР скорости вращения двигателя постоянного тока	3/уст.	2			4	ОПК-1.5 ОПК-1.6
4.2	Тема 4.2. Математические модели систем с распределенными параметрами. Линии электропередачи (ЛЭП). Уравнение Пуассона	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
4.3	Тема 4.3. Математические модели дискретных систем. Конечный автомат	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
4.4	Лабораторная работа № 10. Исследование линейной системы автоматического регулирования	3/уст.					ОПК-1.5 ОПК-1.6
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования.</b>						
5.1	Тема 5.1. Нелинейные элементы систем автоматического регулирования. Анализ автоколебаний	3/уст.				5	ОПК-1.5 ОПК-1.6
5.2	Тема 5.2. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости	3/уст.				4	ОПК-1.5 ОПК-1.6
5.3	Лабораторная работа № 11. Анализ автоколебаний в нелинейных системах автоматического регулирования	3/уст.					ОПК-1.5 ОПК-1.6
5.4	Лабораторная работа № 12. Исследование нелинейной системы на фазовой плоскости	3/уст.					ОПК-1.5 ОПК-1.6
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	3/зим.			18		ОПК-1.5 ОПК-1.6
	Контрольная работа	3/зим.				10	ОПК-1.5 ОПК-1.6
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		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 КриЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

**6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**6.1 Учебная литература**

**6.1.1 Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.1.1	Голубева Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. [Текст] учеб. пособие для ВУЗов ж.-д. трансп.	Санкт-Петербург : Лань, 2013	50
6.1.1.1	Голубева Н.В.	Основы математического моделирования систем и процессов : учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. - учеб. пособие для ВУЗов ж.-д. трансп. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/129153">https://e.lanbook.com/book/129153</a> (дата обращения: 15.12.2023). - Текст : электронный.	Санкт-Петербург : Лань, 2019	100% online

**6.1.2 Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.2.1	Бубнов В.П. , Глухарев М.Л. , Корниенко А.А.	Модели информационных систем : учебное пособие - <a href="https://umcزدt.ru/books/1210/30048/">https://umcزدt.ru/books/1210/30048/</a> (дата обращения 04.03.2024). - [Электронный ресурс]	Москва, УМЦ ЖДТ, 2015	100 % online
6.1.2.2	Ранюк С. А.	Математическое моделирование систем и процессов : методические материалы и указания по изучению дисциплины для обучающихся специальности 23.05.03 "Подвижной состав железных дорог". - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FU_LTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=1783&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D51%2FP%2022-208321969%3C%2E%3E&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FU_LTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=1783&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D51%2FP%2022-208321969%3C%2E%3E&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a> . - Текст : электронный.	Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2023	100% online

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

**6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

6.2.1	Библиотека КриЖТ ИрГУПС : [сайт] / Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ИрГУПС. – Красноярск. – URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/">http://irbis.krsk.irkups.ru/</a> . – Режим доступа: после авторизации. – Текст : электронный.
6.2.2	Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ» : электронно-библиотечная система : сайт / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, 2013 – 2024. – URL: <a href="http://umcزدt.ru/books/">http://umcزدt.ru/books/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.3	Znanium : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «ЗНАНИУМ». – Москва, 2011 – 2024 . – URL: <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
6.2.4	Образовательная платформа Юрайт : электронная библиотека : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, 2020. – URL: <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.5	Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Директ-Медиа». – Москва, 2001 – 2024. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.6	Красноярский институт железнодорожного транспорта : [электронная информационно-образовательная среда] / Красноярский институт железнодорожного транспорта. – Красноярск. – URL: <a href="http://sdo1.krsk.irkups.ru/">http://sdo1.krsk.irkups.ru/</a> . – Текст : электронный.
6.2.7	Национальная электронная библиотека : федеральный проект : сайт / Министерство Культуры РФ. – Москва, 2016 – 2024. – URL: <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

6.2.8	Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – 2024. – URL: <a href="http://www.rzd.ru/">http://www.rzd.ru/</a> . – Текст : электронный.
6.2.9	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: <a href="http://dcnti.krw.rzd">http://dcnti.krw.rzd</a> . – Режим доступа : из локальной сети вуза. – Текст : электронный.
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>	
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>	
6.3.1.1	Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789. Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дог №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий; дог №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий).
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Не используется
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Гарант : справочно-правовая система база данных / ООО «ИПО «ГАРАНТ». – Режим доступа : из локальной сети вуза. – Текст : электронный.
6.3.3.2	Автоматизированная система правовой информации на железнодорожном транспорте (БД АСПИЖТ) : сайт Консультант Плюс / АО НИИАС. – Режим доступа : из локальной сети вуза. – Текст : электронный.

## 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Л, Т, Н КрИЖТ ИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2 И
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины.
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КрИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальный зал библиотеки; – компьютерные классы А-224, А-409, А-414, Л-203, Л-204, Л-214, Л-404, Л-410, Н-204, Н-207, Т-46, Т-5.

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – 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>

<p>Практическое занятие</p>	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
<p>Лабораторная работа</p>	<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"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натуральных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- 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.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <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"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <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>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» 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</p>



	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
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 по дисциплине  
Б1.О.14 Инженерная экология**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

**Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов**

**Приложение № 1 к рабочей программе**

## КРАСНОЯРСК

### 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 КрИЖТ ИрГУПС, а также, 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 «Математическое моделирование систем и процессов» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

### Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>3 курс, сессия установочная</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели.</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1.1. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Статистическое моделирование	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Тема 1.2. Основные этапы построения математических моделей различных систем и процессов. Классификация моделей	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
1.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1. Основные принципы работы вычислительной среды. Элементы теории погрешностей	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели.</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 2.1. Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Тема 2.2. Построение моделей простейших линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
2.3	Текущий контроль	Тема 2.3. Построение статических моделей по экспериментальным данным. Интерполяция и аппроксимация функций	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
2.4	Текущий контроль	Тема 2.4. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
2.5	Текущий контроль	Лабораторная работа № 5. Аппроксимация функций	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Динамические модели.</b>			
3.1	Текущий контроль	Тема 3.1. Моделирование аperiodического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
3.2	Текущий контроль	Тема 3.2. Динамические модели. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
3.3	Текущий контроль	Тема 3.3. Математическое моделирование электрических цепей переменного тока, электрических машин постоянного и переменного тока, генераторов электрических колебаний, математического маятника	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)

3.4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Структурное моделирование.</b>			
4.1	Текущий контроль	Тема 4.1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). САР скорости вращения двигателя постоянного тока	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
4.2	Текущий контроль	Тема 4.2. Математические модели систем с распределенными параметрами. Линии электропередачи (ЛЭП). Уравнение Пуассона	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
4.3	Текущий контроль	Тема 4.3. Математические модели дискретных систем. Конечный автомат	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования.</b>			
5.1	Текущий контроль	Тема 5.1. Нелинейные элементы систем автоматического регулирования. Анализ автоколебаний	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
5.2	Текущий контроль	Тема 5.2. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Собеседование (устно)
<b>3 курс, сессия зимняя</b>				
	Текущий контроль	Контрольная работа № 1. «Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных»	ОПК-1.5 ОПК-1.6	Контрольная работа (КР) (письменно)
	Промежуточная аттестация		ОПК-1.5 ОПК-1.6	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

### **Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования. 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/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	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	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
3	Кейс-задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, а также отдельных компетенций (в рамках дисциплины)	Типовое задание для решения кейс-задачи
4	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
	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
	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 для 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	Базовый

	умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	
«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

### Критерии и шкала оценивания тестовых заданий при промежуточной аттестации 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»	«зачтено»	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»		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

#### Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ

«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

### Кейс-задача

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся излагает материал логично, грамотно, без ошибок; свободное владение профессиональной терминологией; умеет высказывать и обосновать свои суждения; дает четкий, полный, правильный ответ на теоретические вопросы; организует связь теории с практикой
«хорошо»		Обучающийся грамотно излагает материал; ориентируется в материале; владеет профессиональной терминологией; осознанно применяет теоретические знания для решения кейса, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности. Ответ обучающегося правильный, полный, с незначительными неточностями или недостаточно полный
«удовлетворительно»		Обучающийся излагает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения кейса, не может доказательно обосновать свои суждения; обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	У обучающегося отсутствуют необходимые теоретические знания; допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл, не решен кейс. В ответе обучающийся проявляется незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении, не может применять знания для решения кейса

### 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»	<p>Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен.</p> <p>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.</p> <p>Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки</p>
----------------------	--------------	--



Оценочное средство «Тест».

Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по окончании изучения дисциплины и (или) в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности).

Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа.

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена.

Промежуточная аттестация в форме экзамена – результаты тестирования могут являться допуском к экзамену:

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся набрал при тестировании более 69 баллов	Обучающийся к экзамену допущен
Обучающийся набрал при тестировании менее 69 баллов	Обучающийся к экзамену не допущен

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

#### **3.1 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**

Задание на контрольную работу «Создание уравнения регрессионной модели с использованием метода наименьших квадратов»

Для проведения регрессионного анализа и прогнозирования необходимо:

- 1) определить численные коэффициенты функции регрессии методом наименьших квадратов;
- 2) оценить силу найденной регрессионной зависимости на основе коэффициента детерминации  $R^2$ ;
- 3) сделать прогноз (при  $R^2 \geq 75\%$ ) или вывод о невозможности прогнозирования с помощью найденной регрессионной зависимости;
- 4) построить уравнение регрессии;
- 5) повторить все расчеты с помощью надстройки пакета анализа «Регрессия» программы MS Excel и сравнить их с результатами, полученными ранее;
- 6) с помощью вкладки «Мастера диаграмм» программы MS Excel построить график линейной регрессии;
- 7) определить параметры пятой координаты.

Исходные данные для расчета

Исходные данные в соответствии с двухзначным вариантом представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Координата x	Последняя цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Первая	1	8	2	9	5	13	15	17	9	55
Вторая	2	5	4	10	4	9	11	26	5	38
Третья	3	3	6	12	3	8	8	37	3	25
Четвертая	4	2	8	14	1	7	6	41	2	11
Пятая	2,4	3,9	5,0	12,2	2,7	6,5	10,5	15,0	2,6	41,0
Координата y	Предпоследняя цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Первая	10	2	15	7	4	3	50	7	15	9
Вторая	8	4	10	8	7	5	39	9	12	10
Третья	7	6	7	9	8	7	28	14	7	11
Четвертая	5	8	4	11	14	9	17	17	3	12
Пятая	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Уравнение линейной парной регрессии выглядит следующим образом:

$$y = ax + b,$$

где  $a$  – угловой коэффициент (коэффициент регрессии);

$x$  – переменная;

$b$  – константа.

При помощи данного уравнения переменная  $y$  выражается через константу  $b$  и угол наклона прямой  $a$  (или угловой коэффициент), умноженный на значение переменной  $x$ .

Константу  $b$  также называют свободным членом, а угловой коэффициент – коэффициентом регрессии. Параметры уравнения могут быть определены с помощью метода наименьших квадратов (МНК).

Определение параметров уравнения линейной регрессии с помощью МНК. Метод наименьших квадратов (в справочных системах англоязычных программ – Least Squares Method, LS) является одним из основных методов определения параметров регрессионных уравнений, дающих наилучшие линейные несмещенные оценки. Именно он используется в программе MS Excel. Несмещенные значит, что ожидаемые значения коэффициентов регрессии должны быть истинными коэффициентами. То есть точки, построенные по исходным данным  $(x_i, y_i)$  должны лежать как можно ближе к точкам линии регрессии:

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i^p - y_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i^p - b - ax)^2 \rightarrow \min,$$

где  $y_i^p$  – значение, вычисленное по уравнению регрессии;

$(y_i^p - y_i)$  – отклонение  $\varepsilon$  (ошибка, остаток);

$n$  – количество пар исходных данных.

На рисунке 1 представлен графический пример отклонения  $\varepsilon$ .

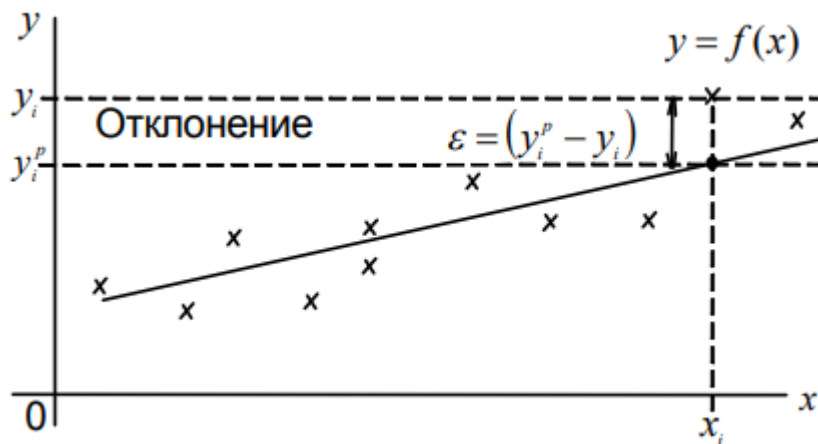


Рисунок 1 – Понятие отклонения  $\varepsilon$  для случая линейной регрессии

В регрессионном анализе предполагается, что математическое ожидание случайной величины  $\varepsilon$  равно нулю и ее дисперсия одинакова для всех наблюдаемых значений  $y$ . Отсюда следует, что рассеяние данных возле линии регрессии должно быть одинаково при всех значениях параметра  $x$ . Проведя необходимые преобразования, получим систему двух уравнений с двумя неизвестными  $b$  и  $a$ , которые находятся по следующим выражениям:

$$a = \frac{n \cdot (\sum y_i x_i) - \sum y_i \sum x_i}{n \cdot (\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2},$$

$$b = \frac{1}{n} (\sum y_i - a \cdot \sum x_i).$$

Направление связи между переменными определяется на основании знаков (отрицательный или положительный) коэффициента регрессии (коэффициента  $a$ ).

Если знак при коэффициенте регрессии положительный, то связь зависимой переменной с независимой будет положительной. В нашем случае знак коэффициента регрессии положительный, следовательно, связь также является положительной.

Если знак при коэффициенте регрессии отрицательный, то связь зависимой переменной с независимой является отрицательной (обратной).

Для анализа общего качества уравнения регрессии обычно используют множественный коэффициент детерминации  $R^2$ , называемый также квадратом коэффициента множественной корреляции  $R$ .

Величина  $R^2$ , называемая также мерой определенности, характеризует качество полученной регрессионной прямой. Это качество выражается степенью соответствия между исходными данными и регрессионной моделью (расчетными данными). Мера определенности всегда находится в пределах интервала  $[0; 1]$ .

Если значение  $2R$  близко к единице, это означает, что построенная модель объясняет почти всю изменчивость соответствующих переменных. И наоборот, значение  $R$ -квadrата, близкое к нулю, означает плохое качество построенной модели.

Коэффициент детерминации  $R^2$  показывает, на сколько процентов ( $R^2 \cdot 100\%$ ) найденная функция регрессии описывает связь между исходными значениями факторов  $x$  и  $y$  и определяется как

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^p - y_{cp})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{cp})^2},$$

где  $(y_i^p - y_{cp})^2$  – объясненная вариация;  
 $(y_i - y_{cp})^2$  – общая вариация.

На рисунке 2 представлена графическая интерпретация коэффициента детерминации для случая линейной регрессии.

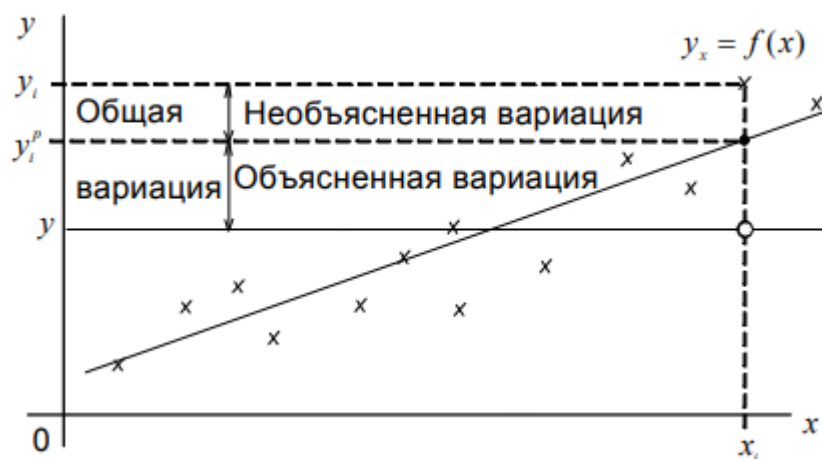


Рисунок 2 – Графическая интерпретация коэффициента детерминации для случая линейной регрессии

Соответственно, величина  $(1 - R^2) * 100\%$  показывает, сколько процентов вариации параметра  $y$  обусловлены факторами, не включенными в регрессионную модель. При высоком ( $R^2 \geq 75\%$ ) значении коэффициента детерминации можно делать прогноз  $y = f(x)$  для конкретного значения  $x$ .

Если функция регрессии определена, интерпретирована и обоснована, и оценка точности регрессионного анализа соответствует требованиям, можно считать, что построенная модель и прогнозные значения обладают достаточной надежностью.

## 2. Определение параметров уравнения линейной регрессии с помощью программы MS EXCEL

Режим работы «Регрессия» служит для расчета параметров уравнения линейной регрессии и проверки ее адекватности исследуемому процессу.

Для решения задачи регрессионного анализа в программе MS Excel необходимо выбрать в панели инструментов во вкладке «Сервис» команду «Анализ данных» и инструмент анализа «Регрессия».

В появившемся диалоговом окне следует задать следующие параметры:

- 1) входной интервал  $Y$  – это диапазон данных по результативному признаку. Он должен состоять из одного столбца;
- 2) входной интервал  $X$  – это диапазон ячеек, содержащих значения факторов (независимых переменных). Число входных диапазонов (столбцов) должно быть аналогично диапазону  $Y$ ;
- 3) установить флажок «уровень надежности». Используется для проверки значимости коэффициента детерминации и коэффициентов регрессии;
- 4) в параметре «Выходной интервал» указать ячейку выходного диапазона;

5) установить флажки в параметрах «остатки» и «стандартные остатки»;

6) остальные параметры оставить по умолчанию.

После нажатия кнопки «ОК» в выходном диапазоне получаем результат.

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

Тема 1. Анализ несинусоидальных сигналов.

Цель работы: научиться исследовать несинусоидальные сигналы.

Краткие сведения из теории

Обычно анализ цепей переменного тока проводится в предположении, что действующие в них ЭДС и токи имеют синусоидальную форму. В большинстве случаев такое предположение оправдано, однако на самом деле форма токов и напряжений в той или иной степени всегда несинусоидальна.

Искажение ЭДС и токов может возникать вследствие конструктивных особенностей генераторов переменного тока, приводящих к тому, что создаваемая ими ЭДС несинусоидальна, либо вследствие нелинейности элементов электрической цепи. Причем для появления искажений достаточно наличия в цепи только одного нелинейного элемента. Чаще всего обе эти причины присутствуют одновременно.

Нелинейные элементы широко используются в электрических цепях автоматики, управления, релейной защиты и т. д. Эти нелинейные элементы (стабилизаторы напряжения, умножители и делители частоты, магнитные усилители и т. п.) приводят к искажению формы кривых напряжения или тока.

Есть три способа получения несинусоидальных токов:

а) в цепи действует несинусоидальная ЭДС;

б) в цепи действует синусоидальная ЭДС, но один или несколько элементов цепи являются нелинейными;

в) в цепи действует синусоидальная ЭДС, но параметры одного или нескольких элементов цепи периодически изменяются во времени.

Наибольшее распространение несинусоидальные токи получили в устройствах радиотехники, автоматики, телемеханики и вычислительной техники, где часто встречаются импульсы самой разнообразной формы. Встречаются несинусоидальные токи и в электроэнергетике.

Появление в электрических цепях несинусоидальных напряжений и токов может привести к весьма нежелательным последствиям. Несинусоидальные токи вызывают дополнительные потери мощности, ухудшают характеристики двигателей, создают большие помехи в линиях связи, каналах телемеханики и т. д.

Порядок выполнения работы

Модель для проведения такого анализа (рисунок 1.1) содержит источники однополярных сигналов прямоугольной  $U_p$  и пилообразной  $U_r$  форм, подключаемых к сумматору  $S_{um}$  ключом  $S$ . Переключение ключа  $S$  производится двойным щелчком мыши по ее перекидному контакту. Для получения на выходе сумматора двухполярных сигналов на его второй вход подается постоянное напряжение 1 В с блока Constant. Вывод амплитудных значений напряжения  $U_s$ , его гармоник  $U_n$  и фаз  $A_{ng}$  осуществляется с помощью мультиметра  $M_{ux}$  и блока Display. В частности, результаты измерения для n-ой гармоники  $U_s$ .

1. Работа с библиотекой Simulink/ Sourcer.

1.1. Источник сигналов прямоугольной формы Pulse generator. В параметрах блока в строках Amplitude и Period указать значения согласно исходным данным, остальные по умолчанию.

1.2. Источник сигналов пилообразной формы Repeating sequence. Во вкладках параметров Time values (продолжительность) и Output values (выходная мощность) ввести значения, согласно данным, таблица 1.

1.3. Константа Constant. В диалоговом окне constant value, установить значение 1, что означает постоянное напряжение.

2. Работа с библиотекой Simulink/Math Operations.

2.1. Сумматор Sum.

3. Работа с библиотекой Simulink/Signal Routing.

Ключ Manual Switch.

В блоке Fourier во вкладках Fundamental frequency (частота) и Harmonic (номер гармоники) указать значения согласно своим исходным данным.

Для индикации осциллограмм необходимо правым щелчком мыши по соответствующему проводнику вызвать диалоговое окно и выбрать команду Signal properties, где в строке Signal name ввести тип сигнала  $U_r$ ,  $U_p$  и  $U_s$  соответственно.

В лабораторной работе необходимо провести два измерения, до и после переключения ключа, снять показания осциллографа и измерительных приборов, которые необходимо занести в таблица 2.

Таблица 1 – Исходные данные

Параметры	Последняя цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Amplitude V, В</i>	550	500	450	400	350	250	200	150	100	50
<i>Time values t, с</i>	0,1	0,02	0,3	0,04	0,5	0,06	0,7	0,08	0,9	0,03
<i>Harmonic, N</i>	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
Параметры	Предпоследняя цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частота <i>f, Гц</i>	250	225	200	175	150	125	100	75	50	25
<i>Period t,с</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
<i>Output values, с</i>	0 2	2 0	0 4	4 0	0 6	6 0	0 8	8 0	0 9	9 0

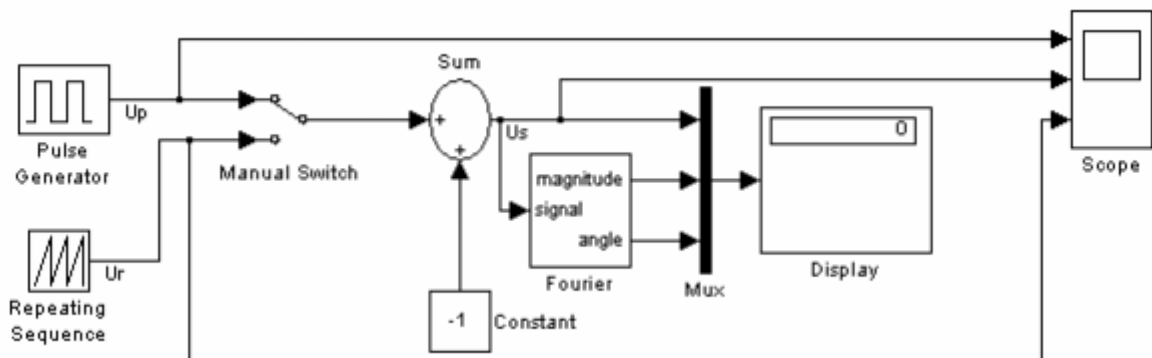


Рисунок 1 - Схема с источниками несинусоидальных сигналов

Таблица 2 - Показания измерительных приборов

Параметры	Положение ключа S	
	первое положение	второе положение
Напряжение $U_s$ , В		
Напряжение гармоника $U_n$ , В		
Угол сдвига фаз $\varphi$ , °		

### 3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Тестирование проводится по окончании и в течение года по завершению изучения дисциплины и раздела (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Компьютерное тестирование обучающихся по дисциплине используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся.

Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине.

**Тест** (педагогический тест) – это система заданий – тестовых заданий возрастающей трудности, специфической формы, позволяющая эффективно измерить уровень знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.

**Тестовое задание (ТЗ)** – варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, минимальная составляющая единица сложного (составного) педагогического теста, по которой испытуемый в ходе выполнения теста совершает отдельное действие.

**Фонд тестовых заданий (ФТЗ) по дисциплине** – это совокупность систематизированных диагностических заданий – тестовых заданий (ТЗ), разработанных по всем тематическим разделам (дидактическим единицам) дисциплины (прошедших апробацию, экспертизу, регистрацию и имеющих известные характеристики) специфической формы, позволяющей автоматизировать процедуру контроля.

**Типы тестовых заданий:**

ЗТЗ – тестовое задание закрытой формы (ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов);

ОТЗ – тестовое задание открытой формы (с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентируемым ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме)).

#### Структура тестовых материалов по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов»

Индикатор	Тема в соответствии с РПД (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержания элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-1.5 Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях	1.1 Понятие модели, моделирования. Математические модели.	Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Статистическое моделирование	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Основные этапы построения математических моделей различных систем и процессов. Классификация моделей	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Основные принципы работы вычислительной среды. Элементы теории погрешностей	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
	1.2 Статические линейные и нелинейные модели.	Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП	Действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ

		Построение моделей простейших линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Построение статических моделей по экспериментальным данным. Интерполяция и аппроксимация функций	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Аппроксимация функций	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	1.3 Динамические модели.	Моделирование аperiodического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Динамические модели. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Математическое моделирование электрических цепей переменного тока, электрических машин постоянного и переменного тока, генераторов электрических колебаний, математического маятника	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-1.6 Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	1.4 Структурное моделирование.	Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). САР скорости вращения двигателя постоянного тока	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Математические модели систем с распределенными параметрами. Линии электропередачи (ЛЭП). Уравнение Пуассона	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Математические модели дискретных систем. Конечный автомат	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	1.5 Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования.	Нелинейные элементы систем автоматического регулирования. Анализ автоколебаний	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
Итого				126 – ЗТЗ 126 – ОТЗ

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

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

Образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины



Тест содержит 18 вопросов, в том числе 9 – ОТЗ, 9 – ЗТЗ. Норма времени – 40 мин.

1. Модель, представляющая то, что исследуется с помощью увеличенного или уменьшенного описания объекта или системы — это...

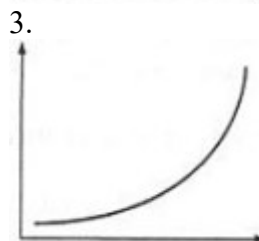
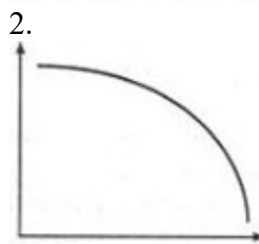
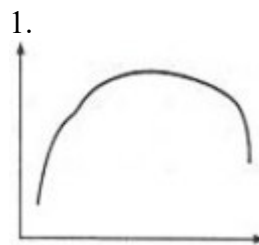
- А) Физическая модель
- Б) Аналоговая модель
- В) Компьютерная модель
- Г) Математическая модель

2. Расположите этапы математического моделирования в правильной последовательности:

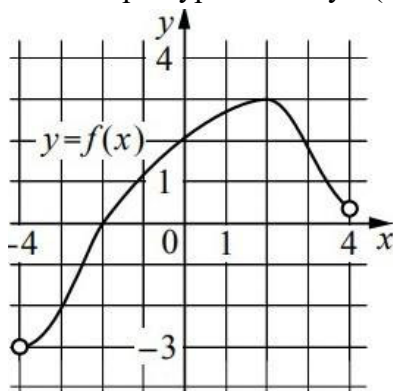
- А) Анализ результатов моделирования
- Б) Создание концептуальной модели
- В) Исследование построенной модели
- Г) Формирование математической модели
- Д) Постановка цели моделирования

3. Выберите монотонно убывающую/возрастающую функции

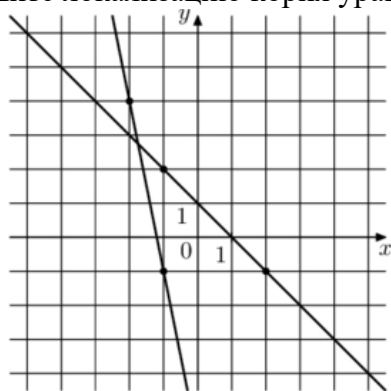
- А) монотонно убывающая
- Б) Монотонно возрастающая
- В) Немонотонная функция



4. В ответе напишите значение корня уравнения  $y=f(x)$



5. На плоскости вы видите графики функций  $z(x)$  и  $g(x)$ , которые заменяют функцию  $0=f(x)$ . В ответе напишите локализацию корня уравнения  $0=f(x)$



6. Макет архитектурного сооружения по отношению к самому сооружению является примером какого класса моделей? Подсказка: материальной или абстрактной? Если материальной, то геометрической, физической или аналоговой? Если абстрактной, то мнемонической, математической, вычислительной или компьютерной?

7. Приведите названия прямых методов решения СЛАУ

8. Оригинал – механическая система – маятник, совершающий колебания, модель - электрическая система, представляющая собой колебательный контур. Примером какого класса является эта моделей? Подсказка: материальной или абстрактной? Если материальной, то геометрической, физической или аналоговой? Если абстрактной, то мнемонической, математической, вычислительной или компьютерной?

9. Что значит решить уравнение?

10. Уравнения, описывающие процесс падения тела на землю по отношению к самому всемирному тяготению, является примером какого класса моделей? Подсказка: материальной или абстрактной? Если материальной, то геометрической, физической или аналоговой? Если абстрактной, то мнемонической, математической, вычислительной или компьютерной?

11. Какие методы уточнения корней вы знаете?

12. К итерационным методам решения СЛАУ относятся:

- А) Метод простой итерации
- Б) Метод определителей
- В) Метод Якоби
- Г) Метод Крамера
- Д) Метод Зейделя

13. Назовите этапы решения нелинейных уравнений

- А) Отделение корней
- Б) Вычисление определителя
- В) Уточнение корней

14. Какие методы отделения корней вы знаете?

- А) По графику функции
- Б) Путем замены функции  $0=f(x)$  на  $z(x)=g(x)$
- В) По таблице значений функции  $f(x)$
- Г) Аналитический метод
- Д) Численный метод

15. приближенное описание на языке математики (отображение на математическом языке) основных закономерностей и наиболее важных свойств, присущих исследуемому оригиналу - это ...

- А) Математическая модель
- Б) Мнемоническая модель
- В) Вычислительная модель

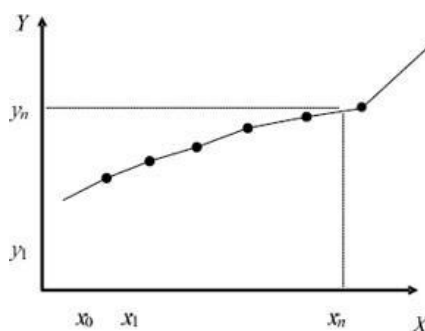
16. описание, где все взаимосвязи, существующие между элементами оригинала, выражены с помощью математических формул (функциональных зависимостей, уравнений, неравенств, систем уравнений, систем неравенств) - это...

- А) Математическая модель
- Б) Мнемоническая модель
- В) Вычислительная модель

17. Перечислите требования к математической модели А) Соответствие цели моделирования

- Б) Адекватность модели
- В) Робастность модели
- Г) Потенциальность модели
- Д) Достаточность модели
- Е) Существование решения
- Ж) Единственность решения
- З) Простота модели

18. Какой вид аппроксимации приведен на графике?



### 3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену (для оценки знаний)

1. Сформулировать закон Ома для участка цепи.
2. Чем он отличается от закона Ома для полной цепи?
3. Сформулировать первый и второй законы Кирхгофа.
4. Что представляет собой режим холостого хода и режим короткого замыкания?

5. Методом контурных токов рассчитайте токи в ветвях схемы и сравните полученные значения с результатами моделирования.
6. Рассчитайте падения напряжений на резисторах R3 и R4 и сравните полученные значения с показаниями вольтметров.
7. Каким образом из трехкомпонентного RLC-блока получается однокомпонентный R-блок?
8. Дайте определение переходного процесса. Чем отличаются переходные процессы при включении лампы накаливания и электрочайника?
9. Сравните осциллограммы двух программ и сделайте вывод.
10. В какой программе, на Ваш взгляд, предпочтительнее производить изучение переходных процессов и почему?
11. Чем отличается переменный ток от постоянного? Преимущества и недостатки.
12. С помощью каких приборов можно измерить мощность в электрической цепи?
13. Как определяется мощность в трехфазной цепи?
14. Наличие каких элементов в цепи способствует появлению несинусоидальных сигналов и почему?
15. Какие способы получения несинусоидальных токов существуют?
16. К чему может привести появление несинусоидальных напряжений и токов в сети?
17. Чем отличаются линии (цепи) с распределенными параметрами от обычных?
18. Какой элемент в лабораторной работе был представлен как компонент, имеющий распределенные параметры?
19. Значения каких параметров представлены на дисплее в лабораторной работе?
20. Какие виды мощности существуют?
21. Назовите способы соединения обмоток источника и приемника?
22. Что означает знак минус при измерении реактивной мощности?
23. Чем отличается фазное напряжение от линейного?
24. Как называется провод, соединяющий общие точки фаз?
25. Что такое короткое замыкание?
26. Какие виды КЗ существуют?
27. Чем опасно однофазное замыкание на землю?

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

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 к оформлению (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
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования

Кейс-задача	Преподаватель не мене, чем за неделю до срока решения кейс-задач должен довести до сведения обучающихся предлагаемые кейс-задачи. Решенные кейс-задач в назначенный срок сдаются на проверку преподавателю						
Лабораторная работа	<p>Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено.</p> <p>Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы.</p> <p>Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия</p>						
Зачет	<p style="text-align: center;">Шкала и критерии оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th data-bbox="533 577 1248 689">Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля</th> <th data-bbox="1248 577 1422 689">Оценка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="533 689 1248 779">Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю</td> <td data-bbox="1248 689 1422 779">«зачтено»</td> </tr> <tr> <td data-bbox="533 779 1248 869">Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю</td> <td data-bbox="1248 779 1422 869">«не зачтено»</td> </tr> </tbody> </table> <p>Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета, то обучающийся сдает зачет.</p> <p>Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов или в форме тестирования. Перечень теоретических вопросов разного уровня сложности обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).</p>	Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка	Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»	Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»
Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка						
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»						
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»						

Задания, по которым проводятся контрольно-оценочные мероприятия, оформляются в соответствии с положением о формировании фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации, не выставляются в электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС, а хранятся на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.