ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «02» июня 2023 г. № 424-1

# Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов

## 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 – Математика

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

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 5 семестр
заочная форма обучения:
экзамен 3 курс

**Очная форма обучения** **Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр | 5 | **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 | 3 | **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.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 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(и):
к.т.н, доцент, заведующий кафедрой, доцент

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «2» июня 2023 г. № 13

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент Н.Л. Рябченок

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство», протокол от «2» июня 2023 г. № 12

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент О.Л. Маломыжев

| 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| **1.1 Цели дисциплины** | |
| 1 | развитие навыков моделирования и исследования систем и процессов с применением вычислительной техники и пакетов прикладных программ; |
| 2 | развитие логического и алгоритмического мышления |
| **1.2 Задачи дисциплины** | |
| 1 | овладеть необходимым математическим аппаратом, помогающим моделировать, анализировать и решать прикладные инженерные задачи с применением ПК; |
| 2 | развить 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 |

**1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины**

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:

– 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

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:

– развитие экологического сознания и устойчивого экологического поведения;

– формирование умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии;

– приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

– 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;

– формирование у обучающихся экологической картины мира, развитие у них стремления беречь и охранять природу;

– развитие экологического сознания, мировоззрения и устойчивого экологического поведения

| 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.07 Математика |
| 2 | Б1.О.11 Физика |
| 3 | Б1.О.12 Химия |
| 4 | Б1.О.27 Электротехника и электроника |
| 5 | Б1.О.28 Теплотехника |
| **2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее** | |
| 1 | Б1.О.14 Инженерная экология |
| 2 | Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы |
| 3 | Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы |

## 3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| 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 проведённых 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 | Очная форма | | | | | Заочная форма | | | | | *Код индикатора достижения компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Семестр | Часы | | | | Курс | Часы | | | | |
| | | | Лек | Пр | Лаб | СР | | Лек | Пр | Лаб | СР | |
| **1.0** | **Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели.** | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Тема 1.1. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Статистическое моделирование | 5 | 1 | | | | 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 | 5 | 1 | | | 1 | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5 ОПК-1.6 |
| 1.3 | Лабораторная работа № 1. Основные принципы работы вычислительной среды. Элементы теории погрешностей | 5 | | | 2 | 1 | 3/уст. | | | 2 | 1 | ОПК-1.5 ОПК-1.6 |
| **2.0** | **Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели.** | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Тема 2.1. Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП | 5 | 1 | | | | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5 ОПК-1.6 |
| 2.2 | Тема 2.2. Построение моделей простейших линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока | 5 | 1 | | | 1 | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5 ОПК-1.6 |
| 2.3 | Тема 2.3. Построение статических моделей по экспериментальным | 5 | 1 | | | | 3/уст. | 2 | | | 4 | ОПК-1.5 ОПК-1.6 |

| 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** | |
| | данным. Интерполяция и аппроксимация функций | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | Тема 2.4. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами | 5 | 1 | | | 1 | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 2.5 | Лабораторная работа № 2. Численное решение нелинейных уравнений | 5 | | | 2 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 2.6 | Лабораторная работа № 3. Численное решение систем линейных уравнений | 5 | | | 4 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 2.7 | Лабораторная работа № 4. Анализ данных. Интерполяция | 5 | | | 2 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 2.8 | Лабораторная работа № 5. Аппроксимация функций | 5 | | | 2 | 1 | 3/уст. | | | 2 | 1 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 2.9 | Лабораторная работа № 6. Численное интегрирование | 5 | | | 4 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| **3.0** | **Раздел 3. Динамические модели.** | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Тема 3.1. Моделирование апериодического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока | 5 | 1 | | | 1 | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 3.2 | Тема 3.2. Динамические модели. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий | 5 | 1 | | | 1 | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5<br>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 | 5 | 2 | | | 1 | 3/уст. | 2 | | | 4 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 3.4 | Лабораторная работа № 7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | 5 | | | 4 | 1 | 3/уст. | | | 2 | 1 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 3.5 | Лабораторная работа № 8. Сеточный метод решения дифференциальных уравнений в частных производных | 5 | | | 4 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 3.6 | Лабораторная работа № 9. Компьютерное моделирование апериодического процесса | 5 | | | 2 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| **4.0** | **Раздел 4. Структурное моделирование.** | | | | | | | | | | | |

## 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 | |
| 4.1 | Тема 4.1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). САР скорости вращения двигателя постоянного тока | 5 | 2 | | | 1 | 3/уст. | 2 | | | 4 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 4.2 | Тема 4.2. Математические модели систем с распределенными параметрами. Линии электропередачи (ЛЭП). Уравнение Пуассона | 5 | 2 | | | 1 | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 4.3 | Тема 4.3. Математические модели дискретных систем. Конечный автомат | 5 | 1 | | | | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 4.4 | Лабораторная работа № 10. Исследование линейной системы автоматического регулирования | 5 | | | 4 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| **5.0** | **Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования.** | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Тема 5.1. Нелинейные элементы систем автоматического регулирования. Анализ автоколебаний | 5 | 1 | | | 1 | 3/уст. | | | | 5 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 5.2 | Тема 5.2. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости | 5 | 1 | | | | 3/уст. | | | | 4 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 5.3 | Лабораторная работа № 11. Анализ автоколебаний в нелинейных системах автоматического регулирования | 5 | | | 2 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| 5.4 | Лабораторная работа № 12. Исследование нелинейной системы на фазовой плоскости | 5 | | | 2 | 1 | 3/уст. | | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| | Форма промежуточной аттестации – экзамен | 5 | 36 | | | | 3/зимняя | 18 | | | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| | Контрольная работа | 5 | | | | | 3/зимняя | | | | 10 | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 |
| | 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**<br>**6.1.1 Основная литература** | | |
| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
| 6.1.1.1 | Горбачев, А. М. Математическое моделирование транспортных автоматизированных технологических комплексов : электронное учебное пособие / А. М. Горбачев, Н. Ю. Воробей. Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. - 48с. - Текст: электронный. - URL: https://e.lanbook.com/book/264632 (дата обращения: 19.04.2023) | Онлайн |
| 6.1.1.2 | Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике : учеб. для вузов - 2-е изд., стер. / В. С. Зарубин ; ред. В. С. Зарубин, ред. А. П. Крищенко. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. - 495с. | 46 |
| **6.1.2 Дополнительная литература** | | |
| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
| 6.1.2.1 | Багдуева, Х. Н. Математическое моделирование систем и процессов : практикум / Х. Н. Багдуева, А. В. Баенхаева. Иркутск : ИрГУПС, 2016. - 68с. | 133 |
| 6.1.2.2 | Багдуева, Ханда Нимаевна Моделирование динамических систем : учеб. пособие / Х. Н. Багдуева, А. В. Баенхаева ; Федер. агентство ж.-д. трансп.. Иркутск : ИрГУПС, 2011. - 143с. | 230 |
| 6.1.2.3 | Бояркина, Галина Петровна Численные методы : учеб. пособие / Г. П. Бояркина, Х. Н. Багдуева, Т. Л. Алексеева ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2011. - 158с. | 210 |
| **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 | Рябченок Н.Л. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализации Пассажирские вагоны, Электрический транспорт железных дорог, Технология производства и ремонта подвижного состава, Грузовые вагоны / Н.Л. Рябченок; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 13 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_5326_1329_2023_1_signed.pdf | Онлайн |
| **6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»** | | |
| **6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы** | | |
| **6.3.1 Базовое программное обеспечение** | | |
| 6.3.1.1 | Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01 | |
| 6.3.1.2 | Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01 | |
| 6.3.1.3 | FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/ | |
| 6.3.1.4 | Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/ | |
| 6.3.1.5 | Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License | |
| **6.3.2 Специализированное программное обеспечение** | | |
| 6.3.2.1 | MathCAD_student 15.0 Academic_License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01 | |
| 6.3.2.2 | MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01. | |
| 6.3.2.3 | MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01 | |
| 6.3.2.4 | Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №3341000100110001 14-0000756-01 | |
| **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 |
| 2 | Учебная аудитория Г-315 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. |
| 3 | Учебная аудитория Г-307 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (плакаты). |
| 4 | Учебная аудитория Г-305 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты). |
| 5 | Учебная аудитория Г-301 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты). |
| 6 | Учебная аудитория Г-223 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты). |
| 7 | Учебная аудитория Г-212 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты). |
| 8 | Учебная аудитория Г-207 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты). |
| 9 | Учебная аудитория Г-103 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. |
| 10 | 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:<br>– читальные залы;<br>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507;<br>– 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 | 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.<br>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 помечать 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 удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии |
| Практическое занятие | 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.<br>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 |
| Лабораторная работа | 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.<br>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:<br>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;<br>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;<br>- 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.;<br>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;<br>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;<br>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);<br>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;<br>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;<br>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;<br>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;<br>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);<br>- наблюдение развития явлений, процессов и др.<br>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.<br>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:<br>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;<br>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;<br>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. |

| | |
|---|---|
| | Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину |
| Самостоятельная работа | 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 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 удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.<br>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» |
| 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 ИрГУПС, 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 очная форма обучения**

| № | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*) |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| **1.0** | **Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели** | | | |
| 1.1 | Текущий контроль | Тема 1.1. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Статистическое моделирование | ОПК-1.5<br>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<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 1.3 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 1. Основные принципы работы вычислительной среды. Элементы теории погрешностей | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **2.0** | **Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели** | | | |
| 2.1 | Текущий контроль | Тема 2.1. Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Кейс-задача (письменно) |
| 2.2 | Текущий контроль | Тема 2.2. Построение моделей простейших линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока | ОПК-1.5<br>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<br>ОПК-1.6 | Кейс-задача (письменно) |
| 2.4 | Текущий контроль | Тема 2.4. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 2.5 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 2. Численное решение нелинейных уравнений | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.6 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 3. Численное решение систем линейных уравнений | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.7 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 4. Анализ данных. Интерполяция | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.8 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 5. Аппроксимация функций | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.9 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 6. Численное интегрирование | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **3.0** | **Раздел 3. Динамические модели** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.1 | Текущий контроль | Тема 3.1. Моделирование апериодического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Кейс-задача (письменно) |
| 3.2 | Текущий контроль | Тема 3.2. Динамические модели. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий | ОПК-1.5<br>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<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 3.4 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 3.5 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 8. Сеточный метод решения дифференциальных уравнений в частных производных | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 3.6 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 9. Компьютерное моделирование апериодического процесса | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **4.0** | **Раздел 4. Структурное моделирование** | | | |
| 4.1 | Текущий контроль | Тема 4.1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). САР скорости вращения двигателя постоянного тока | ОПК-1.5<br>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<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 4.3 | Текущий контроль | Тема 4.3. Математические модели дискретных систем. Конечный автомат | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 4.4 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 10. Исследование линейной системы автоматического регулирования | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **5.0** | **Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования** | | | |
| 5.1 | Текущий контроль | Тема 5.1. Нелинейные элементы систем автоматического регулирования. Анализ автоколебаний | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 5.2 | Текущий контроль | Тема 5.2. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 5.3 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 11. Анализ автоколебаний в нелинейных системах автоматического регулирования | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 5.4 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 12. Исследование нелинейной системы на фазовой плоскости | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| | Промежуточная аттестация | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Экзамен (собеседование)<br>Экзамен - тестирование (компьютерные технологии) |

## Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

| № | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*) |
|---|---|---|---|---|
| **3 курс, сессия установочная** | | | | |
| **1.0** | **Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели.** | | | |
| 1.1 | Текущий контроль | Тема 1.1. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Статистическое моделирование | ОПК-1.5<br>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<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 1.3 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 1. Основные принципы работы вычислительной среды. Элементы теории погрешностей | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **2.0** | **Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели.** | | | |
| 2.1 | Текущий контроль | Тема 2.1. Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП | ОПК-1.5<br>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<br>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<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 2.4 | Текущий контроль | Тема 2.4. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 2.5 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 5. Аппроксимация функций | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **3.0** | **Раздел 3. Динамические модели.** | | | |
| 3.1 | Текущий контроль | Тема 3.1. Моделирование апериодического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 3.2 | Текущий контроль | Тема 3.2. Динамические модели. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий | ОПК-1.5<br>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<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 3.4 | Текущий контроль | Лабораторная работа № 7. Численные методы решения | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Лабораторная работа (письменно/устно) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | обыкновенных дифференциальных уравнений | | |
| **4.0** | **Раздел 4. Структурное моделирование.** | | | |
| 4.1 | Текущий контроль | Тема 4.1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). САР скорости вращения двигателя постоянного тока | ОПК-1.5<br>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<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 4.3 | Текущий контроль | Тема 4.3. Математические модели дискретных систем. Конечный автомат | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| **5.0** | **Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования.** | | | |
| 5.1 | Текущий контроль | Тема 5.1. Нелинейные элементы систем автоматического регулирования. Анализ автоколебаний | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| 5.2 | Текущий контроль | Тема 5.2. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Собеседование (устно) |
| **3 курс, сессия зимняя** | | | | |
| | Текущий контроль | Контрольная работа № 1. «Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных» | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Контрольная работа (КР) (письменно) |
| | Промежуточная аттестация | | ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Экзамен (собеседование)<br>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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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. | Высокий |

| | | |
|---|---|---|
| | Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы | |
| «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» | «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<br>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 владеет 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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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.<br>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.<br>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

## 3.1 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

## 3.2 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Используя метод сеток, решить задачу Дирихле для уравнения Лапласа

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

в прямоугольнике $0 \le x \le 1,\ 0 \le y \le 1$ с шагом $h=0,25$ и с точностью $\varepsilon=10^{-4}$ при следующих условиях:

$u(x,0) = x,$ $\qquad$ $u(x,1) = 2x^2 + 1,$

$u(0, y) = y^2,$ $\qquad$ $u(1, y) = 1 + 2y.$

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1.1. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Статистическое моделирование»

Понятие математической модели. Аналитическое и имитационное моделирование. Понятие погрешности моделирования, классификация погрешностей, основные методы уменьшения погрешностей.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1.2. Основные этапы построения математических моделей различных систем и процессов. Классификация моделей»

Основные этапы построения математических моделей. Требования, предъявляемые к моделям. Классификация моделей по различным признакам.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 2.1. Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП»

Понятие статической модели. Математический аппарат, описывающий статические модели.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 2.2. Построение моделей простейших линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока»

Законы, позволяющие строить математические модели простейших линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока. Численные методы решения полученных задач.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 2.3. Построение статических моделей по экспериментальным данным. Интерполяция и аппроксимация функций»

Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Сплайн-интерполяция. Постановка задачи аппроксимации. Дифференциальный метод наименьших квадратов. Частные случаи регрессий.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 2.4. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами»

Приближенные формулы вычисления определенного интеграла: прямоугольников; трапеций; парабол (Симпсона), Гаусса.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 3.1. Моделирование апериодического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока»

Математический аппарат, описывающий динамические модели.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 3.2. Динамические модели. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий»

Причины использования электротехнических понятий и законов при построении различных математических моделей.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 3.3. Математическое моделирование электрических цепей переменного тока, электрических машин постоянного и переменного тока, генераторов электрических колебаний, математического маятника»

Численные методы решения задач математического моделирования электрических цепей переменного тока.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 4.1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). САР скорости вращения двигателя постоянного тока»

Устойчивость САУ. Критерий Гурвица.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 4.2. Математические модели систем с распределенными параметрами. Линии электропередачи (ЛЭП). Уравнение Пуассона»

Задачи, имеющие математическую модель в виде уравнения Пуассона, численные методы их решения.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 4.3. Математические модели дискретных систем. Конечный автомат»
Модели численности населения и эволюции популяций.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 5.1. Нелинейные элементы систем автоматического регулирования. Анализ автоколебаний»
Нелинейные элементы САУ.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Тема 5.2. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости»
Аналогии между некоторыми экономическими задачами и математическим маятником.

### 3.3 Типовые контрольные задания для решения кейс-задач

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения кейс-задач.

Образец типового варианта кейс-задачи
«Тема 2.1. Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП»

Найти все действительные корни уравнения $e^x + 2x - 3 = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ комбинированным методом и методом итерации. Сравнить число шагов, необходимое для достижения одинаковой точности этими методами. Вычисления вести с одним запасным знаком.

Образец типового варианта кейс-задачи
«Тема 2.3. Построение статических моделей по экспериментальным данным. Интерполяция и аппроксимация функций»

Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции $y = y(x)$, заданной таблично

| $x$ | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| $y$ | 2.083 | 3.102 | 4.529 | 7.822 |

Найти приближенные значения функции и ее производной в точке $\bar{x} = 1{,}5$.

Образец типового варианта кейс-задачи
«Тема 3.1. Моделирование апериодического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока»

Методом Рунге-Кутта проинтегрировать дифференциальное уравнение

$$y'' = 2y' - y + e^x, \; y(0) = y'(0) = 1$$

на отрезке $[0;\ 0{,}3]$ с шагом $h = 0{,}1$. Найти аналитическое решение $y = y(x)$ заданного уравнения и сравнить значения точного и приближенного решений в точках $x_1 = 0{,}1$, $x_2 = 0{,}2$, $x_3 = 0{,}3$. Все вычисления вести с шестью десятичными знаками.

### 3.4 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

«Лабораторная работа № 1. Основные принципы работы вычислительной среды. Элементы теории погрешностей»

С помощью ППП решить систему линейных алгебраических уравнений. Оценить погрешности решения

$$\begin{cases} 0.005x_1 + 0.0044x_2 + 0.150x_3 = 0.057, \\ -0.090x_1 - 0.033x_2 + 0.0067x_3 - 0.098x_4 = -0.098, \\ 0.150x_1 + 0.033x_2 + 0.050x_3 = 0.183, \\ 2.857x_1 + 0.100x_2 - 0.300x_3 + 0.025x_4 = -0.041 \end{cases}$$

1. Основные принципы работы вычислительной среды.
2. Возможности и недостатки вычислительной среды.
3. Порядок проведения стандартных расчетов.

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

«Лабораторная работа № 2. Численное решение нелинейных уравнений»

Численно решить нелинейное уравнение $e^x + 2x - 3 = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$. Если уравнение имеет несколько корней, то найти один из них.

1. Виды нелинейных уравнений. Примеры.
2. Определение интервала изоляции корня.
3. Метод простой итерации (МПИ).
4. Вывод достаточного условия сходимости МПИ.
5. Метод касательных (Ньютона). Вывод.
6. Метод хорд. Вывод.
7. Метод половинного деления.

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

«Лабораторная работа № 3. Численное решение систем линейных уравнений»

Численно решить систему линейных уравнений

$$\begin{cases} 0.005x_1 + 0.0044x_2 + 0.150x_3 = 0.057, \\ -0.090x_1 - 0.033x_2 + 0.0067x_3 - 0.098x_4 = -0.098, \\ 0.150x_1 + 0.033x_2 + 0.050x_3 = 0.183, \\ 2.857x_1 + 0.100x_2 - 0.300x_3 + 0.025x_4 = -0.041 \end{cases}.$$

1. Отличие точных и приближенных методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
2. Примеры точных и приближенных методов решения СЛАУ.
3. Особенности использования методов решения СЛАУ.
4. Вид СЛАУ, пригодный для решения ее методом итераций.
5. Норма матрица, функции, вектора и числа.
6. Вывод достаточных условий сходимости метода итераций.

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

«Лабораторная работа № 4. Анализ данных. Интерполяция»

Для таблично заданной функции выполнить сплайн-интерполяцию кубическим многочленом и стандартными операторами lspline, pspline, cspline, используя ППП. Сравнить полученные результаты

| $x$ | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| $y$ | 2.083 | 3.102 | 4.529 | 7.822 |

1. Постановка задачи интерполяции.

2. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Преимущества и недостатки.
3. Интерполяционный многочлен Ньютона. Преимущества и недостатки.
4. Сплайн-интерполяция. Преимущества и недостатки.
5. Различия между интерполяцией и аппроксимацией функции.

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

«Лабораторная работа № 5. Аппроксимация функций»

Для функции, заданной таблично, определить возможные типы аппроксимирующих функций, найти их параметры с помощью метода наименьших квадратов, вычислить среднеквадратические отклонения для всех построенных зависимостей. Сравнить полученные результаты.

| *x* | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *y* | 2.083 | 3.102 | 4.529 | 7.822 | 8.344 | 7.621 | 5.230 | 4.123 | 2.453 | -0.026 |

1. Различия между интерполяцией и аппроксимацией функции.
2. Суть метода наименьших квадратов.
3. Вывод нормальной системы уравнений для линейной аппроксимации.
4. Частные случаи аппроксимирующих функций.

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

«Лабораторная работа № 6. Численное интегрирование»

Вычислить определенный интеграл $\int_a^b f(x)dx$ с точностью $\varepsilon = 10^{-6}$.

1. Количество точек разбиения отрезка интегрирования.
2. Квадратурная формула трапеций.
3. Квадратурная формула Симпсона.
4. Многочлены Лежандра.
5. Квадратурная формула Гаусса.

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

«Лабораторная работа № 7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений»

Решить уравнение $y' = f(x, y)$ при заданном начальном условии $x_0 = a; y(a) = c$ методами Эйлера, модифицированным Эйлера, Рунге – Кутта четвертого порядка. Определить абсолютную погрешность каждого метода.

Решить уравнение $y'' = f(x, y)$ при заданных краевых условиях $y(a) = y_a, y(b) = y_b$ методом конечных разностей.

1. Методы решения ОДУ. Необходимость применения численных методов решения ОДУ.
2. Процессы, описываемые ОДУ первого порядка.
3. Решение задачи Коши.
4. Метод Эйлера и его модификации.
5. Метод Рунге-Кутта.
6. Точность метода Рунге-Кутта.

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

«Лабораторная работа № 8. Сеточный метод решения дифференциальных уравнений в частных производных»

Решить задачу Дирихле для уравнения Лапласа

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

в прямоугольнике $0 \le x \le 1,\ 0 \le y \le 1$ с шагом $h=0,25$ и с точностью $\varepsilon=10^{-4}$ при следующих условиях:

$u(x,0) = x,$ $u(x,1) = 2x^2 + 1,$

$u(0, y) = y^2,$ $u(1, y) = 1 + 2y.$

1. Приближенное решение дифференциальных уравнений в частных производных.
2. Метод конечных разностей для уравнений теплопроводности, колебаний струны и Лапласа.
3. Метод сеток решения дифференциальных уравнений в частных производных.

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

«Лабораторная работа № 9. Компьютерное моделирование апериодического процесса»

Построить модель апериодического звена. Получить результаты исследования модели. Просчитать модель при различных параметрах. Сделать выводы.

Построить модель гармонического осциллятора. Найти решение полученного дифференциального уравнения. Сравнить зависимости скорости и координаты от времени, полученные разными методами.

1. Математические модели колебательных процессов
2. Математическая модель двигателя постоянного тока
3. Модели численности населения и эволюции популяций

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

«Лабораторная работа № 10. Исследование линейной системы автоматического регулирования»

Исследовать систему автоматического регулирования с обратной связью по построенной структурной схеме, используя критерий Гурвица и ППП для построения графиков переходных процессов.

1. Основные понятия теории автоматического управления.
2. Понятие обратной связи.
3. Классификация систем автоматического управления.
4. Типовые звенья систем автоматического управления.
5. Передаточные функции соединений звеньев САУ.
6. Система автоматического регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока.
7. Анализ систем автоматического управления

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

«Лабораторная работа № 11. Анализ автоколебаний в нелинейных системах автоматического регулирования»

Для заданной структурной схемы нелинейной системы автоматического регулирования определить амплитуду и частоту автоколебаний методом гармонической линеаризации.

1. Нелинейные элементы САУ.
2. Анализ автоколебаний.
3. Алгоритм анализа автоколебаний.

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

«Лабораторная работа № 12. Исследование нелинейной системы на фазовой плоскости»

Исследовать систему «хищник – жертва» в ППП. Получить график решения, фазовый портрет.

1. Уравнение фазовой траектории.
2. Фазовая плоскость.
3. Математический маятник.

4. Аналогии между экономическими задачами и математическим маятником.

### 3.5 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-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 1.1. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Статистическое моделирование | Знание | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Умение | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 1.2. Основные этапы построения математических моделей различных систем и процессов. Классификация моделей | Знание | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Умение | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 2.1. Исследование статических моделей с использованием средств вычислительной техники с использованием ППП | Знание | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Умение | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 2.2. Построение моделей простейших линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока | Знание | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Умение | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 2.3. Построение статических моделей по экспериментальным данным. Интерполяция и аппроксимация функций | Знание | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Умение | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 2.4. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами | Знание | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Умение | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 3.1. Моделирование апериодического процесса. Математические модели колебательных процессов и двигателя постоянного тока | Знание | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Умение | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | | Знание | 3 – ОТЗ<br>3 – ЗТЗ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Тема 3.2. Динамические модели. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий | Умение | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 3.3. Математическое моделирование электрических цепей переменного тока, электрических машин постоянного и переменного тока, генераторов электрических колебаний, математического маятника | Знание | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Умение | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 4.1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). САР скорости вращения двигателя постоянного тока | Знание | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Умение | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 4.2. Математические модели систем с распределенными параметрами. Линии электропередачи (ЛЭП). Уравнение Пуассона | Знание | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Умение | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 4.3. Математические модели дискретных систем. Конечный автомат | Знание | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Умение | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 5.1. Нелинейные элементы систем автоматического регулирования. Анализ автоколебаний | Знание | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Умение | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| ОПК-1.5<br>ОПК-1.6 | Тема 5.2. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости | Знание | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Умение | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Навык и (или) опыт деятельности/ действие | З – ОТЗ<br>З – ЗТЗ |
| | | Итого | 126 – ОТЗ<br>126 – ЗТЗ |

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.

**1.** Установите соответствие между признаком модели и её классификацией.

| | |
|---|---|
| 1.Мощность множества состояний | А. Статические и динамические |
| 2.Условия перехода из одного состояния в другое | В. Детерминированные и стохастические |
| 3.Вид входной информации | С. Непрерывные и дискретные |

| | |
|---|---|
| 4.Степень соответствия между математической моделью и реальным объектом | D. Изоморфные и гомоморфные |

Ответ: 1-A, 2-B, 3-C, 4-D.

**2.** Установите порядок действий.

Процесс математического моделирования можно условно разделить на 4 этапа:

1) Выделение основных и отбрасывание второстепенных факторов.
2) Формулировка законов, связывающих основные факторы.
3) Исследование математических задач, к которым приводит построенная математическая модель.
4) Проверка адекватности построенной математической модели опытным данным.

Ответ: 1,2,3,4.

**3.** Дополните.

Величина $\Delta a = |A - a|$ называется……..

Ответ: абсолютная погрешность.

**4.** Дополните.

Цифра числа называется верной (в широком смысле), если абсолютная погрешность этого числа не превосходит …… разряда, в котором стоит цифра.

Ответ: единицы

**5.** Выберите правильный ответ.

Отделить корень уравнения $cosx = 2x$

**A)** [0; 1]

B) [-1; 1]

C) [1; 2]

D) [2; 3]

**6.** Дополните.

Метод, в котором точное решение может быть получено лишьх в результате повторения единообразных действий, называется ……..

Ответ: итерационный

**7.** Дополните.

Метод, основная идея которого заключается в том, что при вычислении *(k+1)*-го приближения неизвестной $x_i$ учитываются уже вычисленные ранее *(k+1)*-е приближения $x_1;\ x_2; \dots; x_{i-1}$, называется……..

Ответ: метод Зейделя

**8.** Дополните.

Степень интерполяционного многочлена на …… меньше числа узлов интерполяции.

Ответ: единицу

**9.** Выберите правильный ответ.

Интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблично

| $x_i$ | 1 | 2 | 3 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| $y_i$ | 1 | 5 | 14 | 81 |

имеет вид:

**A)** $L_3(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 1$
B) $L_4(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 + 5x$
C) $L_3(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 5$
D) $L_4(x) = 5x^4 - 14x^3 + 81x^2 + 1$

**10.** Дополните.
Интерполяционный многочлен Ньютона используется, если узлы интерполяции ……
Ответ: равноудалены

**11.** Дополните.
Постановка задачи метода наименьших квадратов: для функции $y = f(x)$, заданной таблично, найти эмпирическую формулу $y = \tilde{f}(x, a_1, a_2, \dots, a_m)$, так, чтобы среднеквадратическая погрешность $S^2 = \sum_i (\tilde{y}_i - y_i)^2$ была ……
Ответ: минимальна

**12.** Установите соответствие между эмпирическими зависимостями и способами спрямления:

| | |
|---|---|
| A. $y = a + \frac{b}{x}$ | 1. $Y = y,\ X = \frac{1}{x},\ Y = a + bX$ |
| | 2. $Y = \frac{1}{y},\ X = x,\ Y = aX + b$ |
| B. $y = \frac{1}{ax + b}$ | 3. $Y = \frac{1}{y},\ X = \frac{1}{x},\ Y = a + bX$ |
| | 4. $Y = y,\ X = \frac{1}{x},\ Y = aX + b$ |
| C. $y = \frac{x}{ax + b}$ | 5. $Y = \frac{1}{y},\ X = \frac{1}{x},\ Y = aX + b$ |

Ответ: A-1,2, B-3,4, C-5.

**13.** Дополните.
Формула $S \approx \int_a^b f(x)dx \approx h\left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1}\right)$ реализует……..
Ответ: метод трапеций

**14.** Установите соответствие между формулами и методами численного интегрирования.

| | |
|---|---|
| A. $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n}(y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1})$ | 1. Метод прямоугольников |
| B. $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n}\left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1}\right)$ | 2. Метод трапеций |
| C. $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{6m}(y_0 + y_{2m} + 2(y_2 + \dots + y_{2m-2}) + 4(y_1 + \dots + y_{2m-1}))$ $n = 2m$ | 3.Метод парабол<br>4. Метод Симпсона |

Ответ: A-1, B-2, C-3,4.

**15.** Дополните.

Формула $y_{n+1} = y_n + h \cdot f(x_n;\ y_n)$ является основной формулой метода……
Ответ: Эйлера

**16.** Выберите правильный ответ
Локальная оценка метода Рунге-Кутта четвертого порядка точности имеет вид:
**A)** $|r| \leq Ch^5$
B) $|r| \leq Ch^3$
C) $|r| \leq Ch^4$
D)$|r| \leq Ch^2$

**17.** Дополните.
При интегрировании методом Эйлера $(y_{n+1} = y_n + \Delta y_n;\ \Delta y_n = h \cdot f(x_n;\ y_n))$ дифференциального уравнения $y' = y \cdot x$ с начальным условием $x_0 = 0;\ y_0 = 1.5$ на отрезке $[0; 1.5]$ при $h = 0.25$ $\Delta y_2$ равно……..
Ответ: 0.406

**18.** Установите соответствие между дифференциальным уравнением и его разностной схемой.

| | |
|---|---|
| A.$y'' + y + sin2x = 0$ | 1.$y_{i+1}\frac{1}{h^2} + y_i\left(1 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1}\frac{1}{h^2} = -sin2x_i$ |
| B.$y'' + 4y - sin2x = 0$ | 2.$y_{i+1}\frac{1}{h^2} + y_i\left(4 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1}\frac{1}{h^2} = sin2x_i$ |
| C.$y'' - 2y + sin2x = 0$ | 3.$y_{i+1}\frac{1}{h^2} + y_i\left(-2 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1}\frac{1}{h^2} = -sin2x_i$ |
| | 4.$y_{i+1}\frac{1}{h^2} + y_i\left(-1 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1}\frac{1}{h^2} = sin2x_i$ |

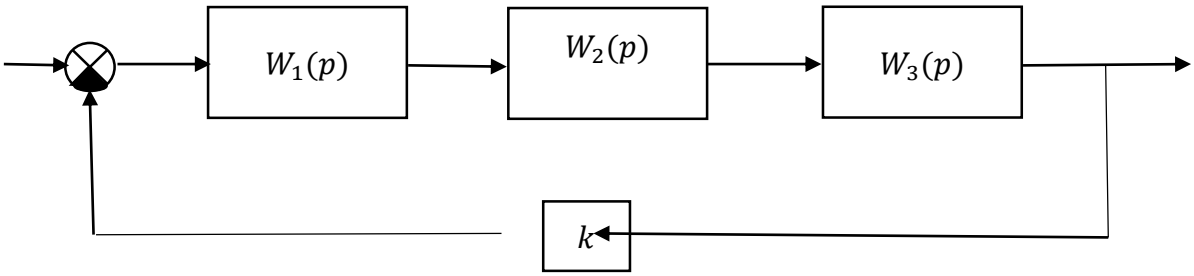
Ответ: A-1, B-2, C-3,4.

**19.** Установите соответствие между типовым звеном системы автоматического управления и его передаточной функцией.

| | |
|---|---|
| A. $W(p) = k$ | 1.Звено пропорционального действия |
| | 2.Дифференцирующее звено |
| B. $W(p) = \frac{k}{p}$ | 3.Интегрирующее звено |
| C. $W(p) = \frac{k}{Tp+1}$ | 4.Апериодическое звено |
| D. $W(p) = \frac{1}{T^2p^2+2\xi Tp+1}$ | 5.Колебательное звено |

Ответ: A-1,2, B-3, C-4, D-5.

**20.** Кейс
Дана структурная схема системы автоматического управления (САУ)




20.1. Выберете правильный ответ
Передаточная функция $W_п(p)$ имеет вид:

**A)** $W_п(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p) \cdot k$
B) $W_п(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p)$
C) $W_п(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)$
D) $W_п(p) = (W_1(p) + W_2(p) + W_3(p)) \cdot k$

20.2. Дополните
Структурная схема представляет …… соединение звеньев.
Ответ: встречно-параллельное

20.3. Выберете правильный ответ
Передаточная функция встречно-параллельного соединения звеньев $W(p)$ имеет вид:

A) $W(p) = \dfrac{W_п(p)}{1 + W_п(p)}$

B) $W(p) = \dfrac{1}{1 + W_п(p)}$

C) $W(p) = \dfrac{W_п(p)}{1 - W_п(p)}$

D) $W(p) = \dfrac{W_п(p)}{W_п(p) - 1}$

## 3.6 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

Раздел 1 «Понятие модели, моделирования. Математические модели»

1.1. Понятие математической модели. Классификация моделей. Понятие погрешности моделирования, классификация погрешностей, основные методы уменьшения погрешностей.
1.2. Основные принципы работы используемой вычислительной среды, ее возможности и недостатки, порядок проведения стандартных расчетов.

Раздел 2 «Статические линейные и нелинейные модели»

2.1. Определение трансцендентного уравнения. Графический способ решения уравнения.
2.2. Метод итераций.
2.3. Метод Ньютона.
2.4. Элементы матричной алгебры. Метод Гаусса. Матричный способ.
2.5. Итерационные методы решения первой задачи линейной алгебры. Метод простой итерации. Необходимые и достаточные условия сходимости метода итераций. Метод Зейделя.
2.6. Решение второй задачи линейной алгебры. Постановка второй задачи линейной алгебры. Точное решение второй задачи линейной алгебры. Метод итераций для второй задачи линейной алгебры.
2.7. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Сплайн-интерполяция.
2.8. Постановка задачи аппроксимации. Дифференциальный метод наименьших квадратов. Частные случаи регрессий. Дифференциальный, интегральный метод наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов с обобщенными коэффициентами.

Раздел 3 «Динамические модели»

3.1. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий
3.2. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа. Метод трапеций. Метод Симпсона.

3.3. Определение устойчивости систем. Критерии устойчивости Гурвица.
3.4. Математическая модель решения обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями. Методы Эйлера и Рунге-Кутта.
3.5. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки.

Раздел 4 «Структурное моделирование»

4.1.Основные принципы работы используемой вычислительной среды, ее возможности и недостатки, порядок проведения стандартных расчетов.
4.2.Системы автоматического управления и регулирования линейные и нелинейные и их моделирование.
4.3.Математические модели систем с распределенными параметрами.
4.4.Уравнение Пуассона.
4.5.Приближенное решение дифференциальных уравнений в частных производных.
4.6.Метод конечных разностей для уравнений теплопроводности, колебаний струны и Лапласа.
4.7.Метод сеток решения дифференциальных уравнений в частных производных.
4.8.Системы автоматического регулирования (САУ).
4.9.Модели конечных автоматов.
4.10. Модели автоколебательных систем.

Раздел 5. «Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования»

5.1. Нелинейные элементы САУ.
5.2. Гармоническая линеаризация нелинейных элементов.
5.3. Алгоритм анализа автоколебаний.
5.4. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости.
5.5. Математический маятник.
5.6. Математическая модель системы «хищник – жертва».

### 3.7 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Привести систему к виду, пригодному для решения методом итераций

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = -6; \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = -4. \end{cases}$$

2. Найти интервал изоляции корня уравнения $x^3 - 3x + 5 = 0$.
3. Записать интерполяционный многочлен Лагранжа по следующим данным

| x | -3 | 3 | 5 |
|---|---|---|---|
| f(x) | 7 | 4 | 9 |

4. Записать интерполяционный многочлен Ньютона по следующим данным

| x | -3 | 3 | 5 |
|---|---|---|---|
| f(x) | 7 | 4 | 9 |

### 3.8 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Для функции, заданной таблично

| $x$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $y$ | 2,3 | 7,5 | 14,9 | 24,2 | 35,5 | 48,3 | 62,9 | 78,8 |

подобрать эмпирическую формулу $y = f(x, a, b)$ с двумя параметрами $a$ и $b$.

2. Вычислить приближенно $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$, воспользовавшись той из формул приближенного интегрирования, которая потребует меньшего объема вычислений. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.
3. Численно решить дифференциальное уравнение

$$y' = \frac{y}{2x} + x^3, \quad y(1) = 1$$

на отрезке $[1;2]$ с шагом $h = 0{,}2$ методом Эйлера. Найти точное решение $y = y(x)$ и сравнить значения точного и приближенных решений в точке $x = 2$. Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.
4. Составить модель исследования уравнения $y'' + 4y = 3\cos 5t$ в ППП.
5. Составить математическую модель движения тела массой m прикрепленного к пружинке с жесткостью k (силой трения пренебречь).

## 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 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-задачи в назначенный срок сдаются на проверку преподавателю |
| Лабораторная работа | Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено.<br>Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы.<br>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**

| | | |
|---|---|---|
| ИРГУПС<br>20__-20__<br>учебный год | **Экзаменационный билет № 1**<br>**по дисциплине «<u>Математическое моделирование систем и процессов</u>»** | Утверждаю:<br>Заведующий кафедрой «Математика» ИрГУПС<br>_____ |

1. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
2. Модели конечных автоматов.
3. Найти интервал изоляции корня уравнения $x^3 - 3x + 5 = 0$.
4. Записать интерполяционный многочлен Ньютона по следующим данным

| x | -3 | 3 | 5 |
|---|---|---|---|
| f(x) | 7 | 4 | 9 |

5. Численно решить дифференциальное уравнение

$$y' = \frac{y}{2x} + x^3, \quad y(1) = 1$$

на отрезке $[1;2]$ с шагом $h = 0{,}2$ методом Эйлера. Найти точное решение $y = y(x)$ и сравнить значения точного и приближенных решений в точке $x = 2$. Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.