

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 «08» мая 2020 г. № 268-1

**Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов**  
рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

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

Кафедра-разработчик программы – Общепрофессиональные дисциплины

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану – 108

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

очная форма обучения:

экзамен – 5

заочная форма обучения

экзамен – 3

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр  | 5           | Итого       |
|--|-------------|-------------|
| Число недель в семестре                                      | 17          |             |
| Вид занятий  | Часов по УП | Часов по УП |
| <b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b> | <b>51</b>   | <b>51</b>   |
| – лекции   | 17          | 17          |
| – практические (семинарские)                                 | -           | -           |
| – лабораторные   | 34          | 34          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                | <b>21</b>   | <b>21</b>   |
| <b>Экзамен</b>   | <b>36</b>   | <b>36</b>   |
| <b>Итого</b>   | <b>108</b>  | <b>108</b>  |

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по курсам**

| Курс   | 3           | Итого      |
|--|-------------|------------|
| Вид занятий  | Часов по УП |            |
| <b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b> | <b>12</b>   | <b>12</b>  |
| – лекции   | 6           | 6          |
| – практические (семинарские)                                 | -           | -          |
| – 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 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, утверждённым приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217.

Программу составил:  
старший преподаватель

В.С. Ратушняк

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Общепрофессиональные дисциплины», протокол от «17» марта 2020 г. № 7

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

Ж.М. Мороз

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Системы обеспечения движения поездов», протокол от «17» марта 2020 г. № 6

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

О.В. Колмаков

| <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   | 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 |
| <b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>   |  |
| <b>Экологическое воспитание обучающихся</b>   |  |
| <p>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.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <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> <li>– развитие экологического сознания, мировоззрения и устойчивого экологического поведения</li> </ul> |  |
| <b>Профессионально-трудовое воспитание обучающихся</b>  |  |
| <p>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.</p> <p>Цель воспитания достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <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> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли</li> </ul>  |  |

| <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.42 Теория линейных электрических цепей                 |
| <b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b> |   |
| 1  | Б1.О.30 Теоретические основы автоматики и телемеханики      |
| 2  | Б1.О.41 Теория автоматического управления                   |
| 3  | Б1.О.47 Микропроцессорные информационно-управляющие системы |
| 4  | Б1.О.50 Станционные системы автоматики и телемеханики       |
| 5  | Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы       |

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

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения  |
|---|---|--|
| ОПК-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 | <b>Знать:</b><br>- математические методы и приемы моделирования, применяемые для решения научных, исследовательских задач;   |
|   |   | <b>Уметь:</b><br>- оценивать различные методы решения задачи и выбирать оптимальный метод;   |
|   |   | <b>Владеть:</b><br>- 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                                  | <b>Знать:</b><br>- основные методы математического моделирования; классификации моделей; методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей для обоснования принятия решений; |
| <b>Уметь:</b><br>- применять и эффективно использовать полученную теоретическую подготовку для обоснования принятия решения;  |   |  |
| <b>Владеть:</b><br>- 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 работы   | Очная форма |      |    |     | Заочная форма |             |      |    | Код индикатора достижения компетенции |         |    |
|-----|---|-------------|------|----|-----|---------------|-------------|------|----|---------------------------------------|---------|----|
|     |   | Семестр     | Часы |    |     |               | Курс/сессия | Часы |    |                                       |         |    |
|     |   |             | Лек  | Пр | Лаб | СР            |             | Лек  | Пр |                                       | Лаб     | СР |
| 1.0 | Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели  |             |      |    |     |               |             |      |    |                                       |         |    |
| 1.1 | Определение математической модели; математического, имитационного и статистического моделирования. Методы построения моделей различных систем и процессов. Классификация, методы исследования моделей. Источники погрешностей моделирования | 5           | 2    |    | 2   | 3             |             |      |    | 6                                     | ОПК-1.5 |    |
| 1.2 | Вычислительные среды MathCAD (SMath Studio), MATLAB   | 5           |      | 2  | 2   | 3             |             |      |    | 6                                     | ОПК-1.5 |    |

|            |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |         |
|------------|---|---|---|--|---|---|---|--|--|---|---|---------|
|            | (Scilab), их основные принципы работы, возможности и недостатки, порядок проведения стандартных расчетов  |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |         |
| <b>2.0</b> | <b>Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели</b>   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |         |
| 2.1        | Решение нелинейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Анализ данных. Интерполяция. Аппроксимация. Регрессия. Сглаживание данных   | 5 | 2 |  | 2 | 3 | 2 |  |  | 3 |   | ОПК-1.6 |
| 2.2        | Статические модели. Решение нелинейных уравнений. Отделение корней и методы уточнения корней нелинейного уравнения. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений                              | 5 |   |  | 4 | 2 | 3 |  |  | 2 | 4 | ОПК-1.6 |
| 2.3        | Статические модели. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов   | 5 |   |  | 6 | 3 |   |  |  |   | 6 | ОПК-1.6 |
| 2.4        | Квадратурные формулы. Метод трапеции. Метод Симпсона. Метод Гаусса. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа. Многочлены Лежандра. Квадратурная формула Гаусса | 5 | 2 |  | 2 | 3 | 2 |  |  |   | 3 | ОПК-1.6 |
| 2.5        | Численное интегрирование функций. Метод трапеции. Метод Симпсона. Метод Гаусса. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа.                                      | 5 |   |  | 6 | 2 | 3 |  |  | 2 | 4 | ОПК-1.6 |

|            |   |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |         |
|------------|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---------|
|            | Квадратурная формула Гаусса. Сравнение квадратурных формул  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |         |
| <b>3.0</b> | <b>Раздел 3.<br/>Динамические модели</b>  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |         |
| 3.1        | Математические модели аperiodических и колебательных процессов. Математическая модель двигателя постоянного тока. Модели численности населения и эволюции популяций   | 5 | 2 |  |   | 2 | 3 |   |  |   | 4 | ОПК-1.5 |
| 3.2        | Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки  | 5 | 2 |  |   | 2 | 3 | 2 |  |   | 2 | ОПК-1.5 |
| 3.3        | Динамические модели. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки   | 5 |   |  | 4 |   | 3 |   |  | 2 | 2 | ОПК-1.5 |
| 3.4        | Динамические модели. Приближенное решение дифференциальных уравнений в частных производных  | 5 |   |  | 4 |   | 3 |   |  |   | 6 | ОПК-1.5 |
| 3.5        | Математический маятник. Точное решение задачи о маятнике. Движение маятника вблизи устойчивого / неустойчивого положения равновесия. Маятник с затуханием. Об аналогии между некоторыми экономическими задачами и математическим маятником. Модель «хищник-жертва» и ее применение в различных областях науки и техники | 5 | 2 |  |   |   | 3 |   |  |   | 6 | ОПК-1.5 |

|            |   |   |   |  |   |   |   |  |  |  |   |         |
|------------|---|---|---|--|---|---|---|--|--|--|---|---------|
| 3.6        | Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости. Исследование движения математического маятника на фазовой плоскости. Исследование модели «хищник-жертва»   | 5 |   |  | 4 |   | 3 |  |  |  | 6 | ОПК-1.5 |
| <b>4.0</b> | <b>Раздел 4. Структурное моделирование</b>  |   |   |  |   |   |   |  |  |  |   |         |
| 4.1        | Введение в теорию автоматического управления. Понятие обратной связи. Классификация систем автоматического управления. Типовые звенья систем автоматического управления. Передаточные функции соединений звеньев                    | 5 | 2 |  |   | 2 | 3 |  |  |  | 2 | ОПК-1.6 |
| 4.2        | Линейные системы автоматического управления. Анализ и синтез линейных систем автоматического управления (устойчивость и качество переходного процесса).   | 5 | 2 |  |   |   |   |  |  |  | 2 | ОПК-1.6 |
| 4.3        | Структурное моделирование. Типовые звенья систем автоматического управления. Передаточные функции соединений звеньев САУ. Анализ и синтез линейных систем автоматического управления (устойчивость и качество переходного процесса) | 5 |   |  | 2 | 1 | 3 |  |  |  | 2 | ОПК-1.6 |
| <b>5.0</b> | <b>Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования</b>   |   |   |  |   |   |   |  |  |  |   |         |
| 5.1        | Математическое моделирование нелинейных систем автоматического управления. Гармоническая линеаризация нелинейностей. Анализ   | 5 | 1 |  |   | 2 | 3 |  |  |  | 2 | ОПК-1.5 |

|     |  |          |    |  |           |    |          |   |  |           |    |                     |
|-----|--|----------|----|--|-----------|----|----------|---|--|-----------|----|---------------------|
|     | автоколебаний.<br>Предельные циклы   |          |    |  |           |    |          |   |  |           |    |                     |
| 5.2 | Структурное моделирование. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического управления. Анализ автоколебаний. Предельные циклы | 5        |    |  | 2         |    | 3        |   |  |           | 2  | ОПК-1.5             |
| 5.3 | Выполнение к/р №1 «Математическое моделирование систем и процессов»  | -        |    |  |           | -  | 3        |   |  |           | 10 | ОПК-1.5             |
|     | Итого (без часов на промежуточную аттестацию)  | 5        | 17 |  | 34        | 21 | 3        | 6 |  | 6         | 78 |                     |
|     | <b>Экзамен</b>   | <b>5</b> |    |  | <b>36</b> |    | <b>3</b> |   |  | <b>18</b> |    | ОПК-1.5,<br>ОПК-1.6 |

### 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 : учеб. пособие для ВУЗов ж.-д. трансп. [Текст] –  | СПб. : Лань, 2013         | 50                                    |
| 6.1.1.2 | Голубева Н. В.      | Основы математического моделирования систем и процессов : учебное пособие [Электронный ресурс] – <a href="https://e.lanbook.com/book/129153">https://e.lanbook.com/book/129153</a> | Омск : ОмГУПС, 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 |                     |          |                           |                                       |

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

|         | Авторы, составители | Заглавие   | Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося | Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн |
|---------|---------------------|--|--|---------------------------------------|
| 6.1.3.1 | Ратушняк В. С.      | Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. – URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21IDBN=IBIS&amp;I21IDBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21IDBN=IBIS&amp;I21IDBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT</a> | Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2022                        | 100 % online                          |



|         |                                 |   |                                 |              |
|---------|---------------------------------|---|---------------------------------|--------------|
|         |                                 | <a href="#">=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D51%2F%D0%A0%2025%2D68135255%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a>  |                                 |              |
| 6.1.3.2 | Дружинина А. А., Рагушняк В. С. | Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : методические материалы и указания по изучению дисциплины для обучающихся специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. – URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=0901Sasha&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D51%2F%D0%94%2076%2D767860308%3C%2E%3E&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_o pen=4">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=0901Sasha&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D51%2F%D0%94%2076%2D767860308%3C%2E%3E&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_o pen=4</a> | Красноярск : КРИЖТ ИрГУПС, 2023 | 100 % online |

## 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://umczdt.ru/books/">http://umczdt.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.ru">http://znanium.ru</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  | Лань : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. – Санкт-Петербург, 2011 – 2024. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.   |
| 6.2.7  | 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.                                    |
| 6.2.8  | Национальная электронная библиотека : федеральный проект : сайт / Министерство Культуры РФ. – Москва, 2014 – 2024. – URL: <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.  |
| 6.2.9  | Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – 2024. – URL: <a href="https://company.rzd.ru/">https://company.rzd.ru/</a> . – Текст : электронный.   |
| 6.2.10 | Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: <a href="http://dnti.krw.rzd">http://dnti.krw.rzd</a> . – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.   |

## 6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

### 6.3.1 Базовое программное обеспечение

|         |  |
|---------|--|
| 6.3.1.1 | Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789.<br>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). |
|---------|--|

### 6.3.2 Специализированное программное обеспечение

|         |   |
|---------|---|
| 6.3.2.1 | Mathcad university classroom perpetual - Mathcad 15.0.436; (15) |
| 6.3.2.2 | Matlab classroom - MatLab7 лицензия 569776                      |

### 6.3.3 Информационные справочные системы

|         |                  |
|---------|------------------|
| 6.3.3.1 | Не предусмотрено |
|---------|------------------|

## 6.4 Правовые и нормативные документы

|       |                  |
|-------|------------------|
| 6.4.1 | Не предусмотрено |
|-------|------------------|

## 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. 2И  |
| 2 | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых 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).  |
| 3 | Учебная Лаборатория «Контактные сети и линии электропередач», г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И, корпус Л, ауд. Л 502  |
| 4 | Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС.<br>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:<br>– читальный зал библиотеки;<br>– 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. |
| 5 | Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования А-307.  |

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебной деятельности | Организация учебной деятельности обучающегося  |
|--------------------------|--|
| Лекция                   | <p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. 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 запомнились. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции 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. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так и пропущенные в силу их простоты. 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> |
| Лабораторное занятие     | <p>Лабораторное занятие предполагает углубление и закрепление теоретических знаний, получение умений и практических навыков в ходе проведения экспериментов на реальном оборудовании. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступные в библиотеке и информационной среде Интернет в личном кабинете. Успех лабораторных занятий зависит от состояния лабораторной базы и методического обеспечения, а также от степени подготовленности обучающихся к занятию. Форму организации лабораторного занятия определяет преподаватель. Она зависит от числа обучающихся, числа лабораторных работ, а также от вместимости и оснащения лабораторий. Задача на подготовку к лабораторной работе может быть поставлена либо на лекции, либо на практическом занятии. Подготовка к лабораторному занятию проводится в часы самостоятельной работы. Обработка результатов эксперимента, оформление отчета выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Лабораторная работа считается выполненной после защиты отчета.</p> <p>Лабораторные занятия в форме практической подготовки предусматривают участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p> <p>Практическая подготовка – форма организации образовательной деятельности при освоении образовательных программ в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование,</p>  |

|   |   |
|---|---|
|   | закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.  |
| Самостоятельная работа  | <p>Целью самостоятельной работы является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными, знаниями, умениями и навыками, опытом творческой и исследовательской деятельности по направлению подготовки. Самостоятельная работа способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.</p> <p>Основной формой самостоятельной работы является изучение учебного материала дисциплины по конспекту лекций, с привлечением рекомендованной литературы. Для работы с литературой используются в библиотечный алфавитный и систематический каталоги, а так же ресурсы сети Интернет. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего. Если в процессе самостоятельной работы над изучением учебного материала возникают вопросы необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений.</p> |
| Экзамен   | <p>К экзамену как к промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, которые выполнили все требования и этапы текущего контроля. Непосредственная подготовка к промежуточной аттестации осуществляется по вопросам к экзамену, выдаваемым ведущим преподавателем в срок не менее чем за месяц до экзаменационной сессии. Экзамен проводится в форме, установленной кафедрой (устно, письменно, в форме тестирования). Оценка по итогам сдачи экзамена (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) выставляется в соответствии с критериями оценивания, определенными в фонде оценочных средств (Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины).</p>  |
| Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде КрИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. |   |

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**  
**Б1.О.13 Математическое моделирование систем и процессов**

## **1. Общие положения**

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

Фонды оценочных средств предназначены для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а так же сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), практике. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), практике включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины (модуля) или прохождения практики;
- 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 ОПОП; 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**

| №                | Неделя | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля<br>(понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)   | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства<br>(форма проведения)                       |
|------------------|--------|--|---|---------------------------------------|--|
| <b>5 семестр</b> |        |  |   |                                       |  |
| 1                | 1-17   | Текущий контроль                               | Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели.<br>Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели.<br>Раздел 3. Динамические модели.<br>Раздел 4. Структурное моделирование.<br>Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования. | ОПК-1.5,<br>ОПК-1.6                   | Защита лабораторной работы(устно);<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2                |        | Промежуточная аттестация – Экзамен             | Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели.<br>Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели.<br>Раздел 3. Динамические модели.<br>Раздел 4. Структурное моделирование.<br>Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования. | ОПК-1.5,<br>ОПК-1.6                   | Собеседование (устно);<br>Тестирование (компьютерные технологии)             |

**Программа контрольно-оценочных мероприятий****заочная форма обучения**

| №             | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля<br>(понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)   | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства<br>(форма проведения)   |
|---------------|--|---|---------------------------------------|--|
| <b>3 курс</b> |  |   |                                       |  |
| 1             | Текущий контроль                               | Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели.<br>Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели.<br>Раздел 3. Динамические модели.<br>Раздел 4. Структурное моделирование.<br>Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования. | ОПК-1.5,<br>ОПК-1.6                   | Защита лабораторной работы(устно);<br>Контрольная работа (КР) (письменно);<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2             | Промежуточная аттестация – Экзамен             | Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математические модели.<br>Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели.<br>Раздел 3. Динамические модели.<br>Раздел 4. Структурное моделирование.<br>Раздел 5. Математическое моделирование нелинейных систем автоматического регулирования. | ОПК-1.5,<br>ОПК-1.6                   | Собеседование (устно);<br>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».

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

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 проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся  | Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов) |
| 2 | Защита лабораторной работы       | Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно 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 | Темы лабораторных работ и требования к их защите                            |
| 3 | Тест                             | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся   | Фонд тестовых заданий   |
| 4 | Экзамен                          | Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся  | Перечень теоретических вопросов (билетов) к экзамену                        |

### Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена.

#### Шкала оценивания уровня освоения компетенций

| Шкалы оценивания | Критерии оценивания | Уровень освоения компетенций  |         |
|------------------|---------------------|---|---------|
| «отлично»        | «зачтено»           | Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы  | Высокий |
| «хорошо»         |                     | Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов | Базовый |

|                       |              |  |                             |
|-----------------------|--------------|--|-----------------------------|
| «удовлетворительно»   |              | Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы | Минимальный                 |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | 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  | Компетенции не сформированы |

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Контрольная работа (КР)

| Шкала оценивания      | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| «отлично»             | Полное раскрытие темы, указание точных названий и определений, правильная формулировка понятий и категорий, приведены все необходимые формулы, соответствующая статистика и т.п., все задания выполнены верно (все задачи решены правильно)   |
| «хорошо»              | Недостаточно полное раскрытие темы, одна-две несущественные ошибки в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных и т. п., кардинально не меняющие суть изложения, наличие незначительного количества грамматических и стилистических ошибок, одна-две несущественные погрешности при выполнении заданий или в решениях задач         |
| «удовлетворительно»   | Ответ отражает лишь общее направление изложения лекционного материала, наличие более двух несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; большое количество грамматических и стилистических ошибок, одна-две существенные ошибки при выполнении заданий или в решениях задач |
| «неудовлетворительно» | Обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Тема не раскрыта, более двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных, при выполнении заданий или в решениях задач, наличие грамматических и стилистических ошибок и др.<br>Нет ответа. Не было попытки выполнить задание                |

#### Защита лабораторной работы

| Шкала оценивания    | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
| «отлично»           | 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.  |



|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | 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» | 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 |

### Тест

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

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

### Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена

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

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

### 3.1 Типовые задания для проведения контрольных работ

Ниже приведены образцы типовых вариантов контрольных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины

Образец типового варианта контрольной работы

по теме «Математическое моделирование систем и процессов»

Предел длительности контроля – 60 минут.

Предлагаемое количество заданий – 3 задания.

#### Задание 1.

Найти корень уравнения численно и, если это возможно, аналитически. Результаты сравнить. Выполнить проверку.

$$x - \sin x = 0,25$$

#### Задание 2.

Найти численно корни полинома. Выполнить проверку

$$x^2 - 12x - 4 = 0$$

#### Задание 3.

Решить СЛАУ прямым и итерационным методом. Выполнить проверку.

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 + 4x_3 = 138 \\ 2x_1 + 4x_2 + 6x_3 = 225 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 = 80 \end{cases}$$

#### Задание 4.

Найти значение первой производной функции в точке  $x$ . Найти аналитическое выражение для производного порядка  $n$  этой функции. Найти определенный интеграл функции на отрезке.

$$f(x) = e^{-x^2}, x = 2, n = 3$$

#### Задание 5.

Найти экстремумы и значения функции в точках экстремума. Проверить значение производной в точках экстремума. Построить график функции на отрезке, содержащем экстремумы.

$$f(x) = \sin^3 2x, x \in [-1; 0, 4]$$

#### Задание 6.

Решить дифференциальное уравнение на отрезке. Построить график.

$$y'' + \pi y = 0, y(0) = 1, y'(0) = 0, x \in [1; 6]$$

### 3.2 Типовые задания к лабораторным работам

Варианты лабораторных работ выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образцы типовых вариантов лабораторных работ по отдельным темам, предусмотренным рабочей программой.

Образец типового варианта лабораторной работы по теме «Статические модели. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов»

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 лабораторной работы по теме «Динамические модели. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки»

Методом Рунге-Кутты проинтегрировать дифференциальное уравнение

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

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.

### 3.3 Типовые контрольные задания для 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 «Математическое моделирование систем и процессов»

| Индикатор  | Тема в соответствии с РПД/РПП  | Содержательный элемент  | Характеристика содержательного элемента | Количество тестовых заданий, типы ТЗ |                    |
|--|--|---|---|--------------------------------------|--------------------|
| ОПК-1.5<br>Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях | Определение математической модели; имитационного и статистического моделирования. Методы построения моделей различных систем и процессов. Классификация, методы исследования моделей. Источники погрешностей моделирования | Определение математической модели   | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Действия                                | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  | Методы построения моделей различных систем и процессов  | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Действия                                | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Источники погрешностей моделирования    | Знание                               | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|  |  |   |   | Умения                               | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|  |  |   |   | Действия                             | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
| ОПК-1.6<br>Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности                                  | Решение нелинейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Анализ данных. Интерполяция. Аппроксимация. Регрессия. Сглаживание данных  | Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений                            | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Действия                                | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  | Решение нелинейных уравнений  | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Действия                                | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  | Интерполяция. Аппроксимация. Регрессия  | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Действия                                | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
| ОПК-1.6<br>Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности                                  | Квадратурные формулы. Метод трапеции. Метод Симпсона. Метод Гаусса. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа. Многочлены Лежандра. Квадратурная формула Гаусса      | Квадратурные формулы  | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Действия                                | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  | Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Действия                                | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  | Многочлены Лежандра. Квадратурная формула Гаусса  | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Действия                                | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
| ОПК-1.5<br>Использует физико-математический аппарат для  | Математические модели аperiodических и колебательных процессов. Математическая модель  | Математические модели аperiodических процессов  | Знание                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |
|  |  |   | Умения                                  | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |                    |

|  |   |   |          |                        |
|--|---|---|----------|------------------------|
| разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях   | двигателя постоянного тока. Модели численности населения и эволюции популяций   |   | Действия | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   | Математические модели колебательных процессов                             | Знание   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Умения   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Действия | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   | Модели численности населения и эволюции популяций                         | Знание   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Умения   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
| Действия   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ   |   |          |                        |
| ОПК-1.5<br>Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях | Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки  | Метод Эйлера  | Знание   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Умения   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Действия | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   | Метод Рунге-Кутта   | Знание   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Умения   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Действия | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   | Метод конечных разностей  | Знание   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Умения   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Действия | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
| ОПК-1.5<br>Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях | Математический маятник. Точное решение задачи о маятнике. Движение маятника вблизи устойчивого / неустойчивого положения равновесия. Маятник с затуханием. Об аналогии между некоторыми экономическими задачами и математическим маятником. Модель «хищник-жертва» и ее применение в различных областях науки и техники | Точное решение задачи о маятнике  | Знание   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Умения   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Действия | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   | Движение маятника вблизи устойчивого / неустойчивого положения равновесия | Знание   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Умения   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Действия | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   | Модель «хищник-жертва»  | Знание   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Умения   | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
|  |   |   | Действия | 2– ОТЗ<br>2 – ЗТЗ      |
| Итого по дисциплине  |   |   |          | 108 – ОТЗ<br>108 – ЗТЗ |

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 – 50 мин.

Образец типового теста содержит задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

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

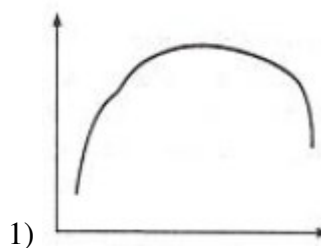
- А) Физическая модель
- Б) Аналоговая модель
- В) Компьютерная модель
- Г) Математическая модель

2. Расположите этапы математического моделирования в правильной последовательности:

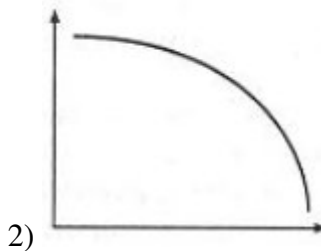
- А) Анализ результатов моделирования
- Б) Создание концептуальной модели
- В) Исследование построенной модели
- Г) Формирование математической модели
- Д) Постановка цели моделирования

3. Выберите монотонно убывающую/возрастающую функции

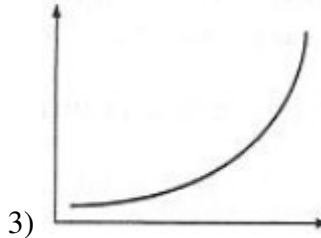
А) монотонно убывающая



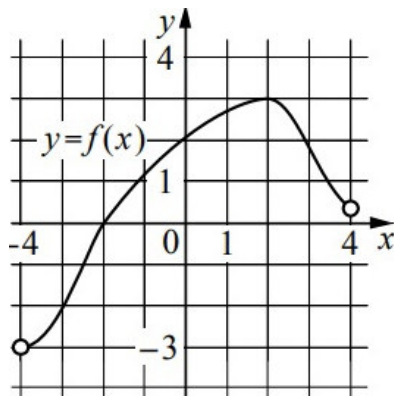
Б) Монотонно возрастающая



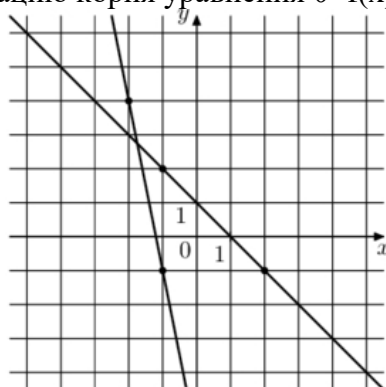
В) Немонотонная функция



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 модель? 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. Перечислите 7 целей математического моделирования

### 3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену

1 Определение математической модели; математического, имитационного и статистического моделирования. Основные этапы построения математических моделей различных систем и процессов. Виды моделей, виды моделирования, характеристики объекта моделирования.

2 Основные принципы работы вычислительной среды Mathcad (SMath Studio) в задачах моделирования технических систем: подходы, возможности и ограничения.

3 Простейшие модели.

4 Статические модели. Исследование моделей методами вычислительной техники с использованием Mathcad (SMath Studio).

5 Статические модели. Построение моделей простейших линейных и нелинейных цепных систем.

6 Вычислительные методы построения и анализа одномерных моделей.

7 Определение трансцендентного уравнения. Графический способ решения уравнения.

8 Метод итераций.

9 Метод Ньютона.

10 Элементы матричной алгебры. Метод Гаусса. Матричный способ.

- 11 Вычислительные методы линейной алгебры. Метод простой итерации. Необходимые и достаточные условия сходимости метода итераций. Метод Зейделя.
- 12 Построение статических моделей по экспериментальным данным. Интерполяция и аппроксимация функций.
- 13 Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона.
- 14 Сплайн-интерполяция.
- 15 Постановка задачи аппроксимации. Дифференциальный метод наименьших квадратов. Частные случаи регрессий. Дифференциальный, интегральный метод наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов с обобщенными коэффициентами.
- 16 Основные принципы работы вычислительной среды MATLAB: подходы, возможности и ограничения, порядок проведения стандартных расчетов в задачах.
- 17 Динамические аналогии. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий.
- 18 Математическое моделирование систем с сосредоточенными параметрами. Механические колебательные системы
- 19 Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Волновые процессы.
- 20 Вычислительные методы решения и анализа математических моделей динамических процессов.
- 21 Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями. Методы Эйлера и Рунге-Кутты.
- 22 Постановка и решение краевой задачи. Метод конечных разностей. Метод прогонки.
- 23 Системы автоматического управления и регулирования. Нелинейные системы и их моделирование.
- 24 Моделирование на основе систем автоматического управления.
- 25 Особенности динамических режимов. Определение устойчивости систем. Критерии устойчивости Гурвица.
- 26 Математические модели дискретных систем. Конечный автомат.

### 3.5 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

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 |

5. 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  $b$ .



6. 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.

7. 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.

8. Составить модель исследования уравнения  $y'' + 4y = 3 \cos 5t$  в приложении MATLAB SIMULINK.

9. Составить математическую модель движения тела массой  $m$ , прикрепленного к пружине с жесткостью  $k$  (силой трения пренебречь).

#### **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 (КР)                            | Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов КР по теме не менее двух. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР   |
| Защита лабораторной работы, практического занятия. | Лабораторная работа выполняется на занятии, предшествующем занятию проведения контроля. На лабораторном занятии контроля студентом сдается письменный отчет, содержащий необходимые полученные результаты эксперимента и их обработка. Лабораторная работа должна быть в соответствии с требованиями к оформлению работ (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»-в последней редакции. Защита лабораторных работ: устно и письменно. Защита «устно» включает в себя вопросы по методике проведения лабораторной работы, знание основных определений, законов, формул по определенной теме. Защита «письменно» включает в себя решение задачи.  |
| Тест   | Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по окончании каждого семестра и 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, структуры тестов по итогам каждого семестра и итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации, как в форме зачета, так и в форме экзамена. Описание требований, выполнение которых необходимо для успешного выполнения теста: тематика теста; перечень знать, уметь, владеть; виды и количество предъявляемых обучающемуся тестовых заданий; проходной балл; критерии оценки; норма времени; дополнительные требования, включая необходимость использования |

|         |   |
|---------|---|
|         | <p>справочных таблиц и проч.</p> <p>Тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформированы их из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом</p>   |
| Экзамен | <p>Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.</p> <p>Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; три практических задания: два из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); третье практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).</p> <p>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 КриЖТ ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> |

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме экзамена) 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 к экзамену для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к экзамену для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к экзамену для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и примеры типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету/экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КриЖТ 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. Билеты составлены таким образом, что в 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 (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); второе 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 (30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 50 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

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

### Образец экзаменационного билета

|  |  |  |
|--|--|--|
| <br>20.... - 20....<br>уч. год  | Экзаменационный билет № _____<br>по дисциплине «Математическое<br>моделирование систем и процессов»<br>5 семестр | Утверждаю:<br>Заведующий кафедрой<br>« _____ » КРИЖТ ИрГУПС<br>_____ |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Понятие модели, моделирования. Математической модели.</li><li>2. Сплайн-интерполяция.</li><li>3. Привести систему к виду, пригодному для решения методом итераций</li></ol> $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = -6; \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = -4. \end{cases}$ |  |  |