

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

приказом и. о. ректора

от «17» июня 2022 г. № 78

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

Специальность – 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей

Специализация – Управление техническим состоянием железнодорожного пути

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

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

Кафедра-разработчик программы – Строительство железных дорог

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

очная форма обучения: экзамен 5 семестр

заочная форма обучения: экзамен 3 курс

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	51	51
– лекции	17	17
– лабораторные	34	34
Самостоятельная работа	21	21
Экзамен	36	36
Итого	108	108

Заочная форма обучения

Распределение часов дисциплины по курсам

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

КРАСНОЯРСК

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, утвержденным приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 218.

Программу составил:
канд. техн. наук, доцент

В.С. Ратушняк

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Строительство железных дорог», протокол от «16» апреля 2022 г. № 6.

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

Ж.М. Мороз

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	овладение необходимым математическим аппаратом, помогающим моделировать, анализировать и решать прикладные инженерные задачи с применением ПЭВМ
2	развитие умения оперировать понятиями и методами дисциплины, используемыми в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
<p>Цель воспитания обучающихся – разностороннее развитие личности будущего конкурентоспособного специалиста с высшим образованием, обладающего высокой культурой, интеллигентностью, социальной активностью, качествами гражданина-патриота.</p> <p>Задачи воспитательной работы с обучающимися:</p> <ul style="list-style-type: none"> – развитие мировоззрения и актуализация системы базовых ценностей личности; – приобщение студенчества к общечеловеческим нормам морали, национальным устоям и академическим традициям; – воспитание уважения к закону, нормам коллективной жизни, развитие гражданской и социальной ответственности как важнейшей черты личности, проявляющейся в заботе о своей стране, сохранении человеческой цивилизации; – воспитание положительного отношения к труду, развитие потребности к творческому труду, воспитание социально значимой целеустремленности и ответственности в деловых отношениях; – обеспечение развития личности и ее социально-психологической поддержки, формирование личностных качеств, необходимых для эффективной профессиональной деятельности; – выявление и поддержка талантливых обучающихся, формирование организаторских навыков, творческого потенциала, вовлечение обучающихся в процессы саморазвития и самореализации. 	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Б1.О.07 Математика
2	Б1.О.11 Физика
3	Б1.О.12 Химия
4	Б1.О.32 Электротехника и электромеханика
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 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	<p>Знать: математические методы и приемы моделирования, применяемые для решения научных, исследовательских задач</p> <p>Уметь: оценивать различные методы решения задачи и выбирать оптимальный метод</p> <p>Владеть: приемами записи результатов проведённых исследований в терминах предметной области</p>
	ОПК-1.6 Использует методы математического анализа и моделирования для	<p>Знать: основные методы математического моделирования; классификации моделей; методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей для обоснования принятия решений</p>

	обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	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 работы	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
1.0	Раздел 1. Общие сведения о моделировании технических систем	5					3					
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				3				4	ОПК-1.5, ОПК-1.6
1.2	Вычислительные среды MathCAD (SMath Studio), MATLAB (Scilab), их основные принципы работы, возможности и недостатки, порядок проведения стандартных расчетов	5			2		3				4	ОПК-1.5, ОПК-1.6
1.3	Проработка лекционного материала	5				2	3				4	ОПК-1.5, ОПК-1.6
1.4	Подготовка к лабораторным занятиям	5				3	3				4	ОПК-1.5, ОПК-1.6
2.0	Раздел 2. Моделирование и анализ статических состояний технических объектов	5					3					
2.1	Решение нелинейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Анализ данных. Интерполяция. Аппроксимация. Регрессия. Сглаживание данных	5	4				3	2				ОПК-1.5, 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			6		3			2		ОПК-1.5, ОПК-1.6
2.3	Статические модели. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов	5			6		3				6	ОПК-1.5, 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	4				3	2				ОПК-1.5, ОПК-1.6
2.5	Численное интегрирование функций. Метод трапеции. Метод Симпсона. Метод Гаусса. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа. Квадратурная формула Гаусса. Сравнение квадратурных формул	5			6		3			2		ОПК-1.5, ОПК-1.6

Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
2.6	Проработка лекционного материала	5			4	3			6	ОПК-1.5, ОПК-1.6	
2.7	Подготовка к лабораторным занятиям	5			4	3			8	ОПК-1.5, ОПК-1.6	
3.0	Раздел 3. Моделирование и анализ динамических процессов	5				3					
3.1	Математические модели аperiodических и колебательных процессов. Математическая модель двигателя постоянного тока. Модели численности населения и эволюции популяций	5	2			3			4	ОПК-1.5, ОПК-1.6	
3.2	Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки	5	2			3	2			ОПК-1.5, ОПК-1.6	
3.3	Динамические модели. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки	5			6	3		2		ОПК-1.5, ОПК-1.6	
3.4	Динамические модели. Приближенное решение дифференциальных уравнений в частных производных	5			4	3			6	ОПК-1.5, ОПК-1.6	
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	3			3			4	ОПК-1.5, ОПК-1.6	
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, ОПК-1.6	
3.7	Проработка лекционного материала	5			4	3			6	ОПК-1.5, ОПК-1.6	
3.8	Подготовка к лабораторным занятиям	5			4	3			6	ОПК-1.5, ОПК-1.6	
3.9	Выполнение к/р №1 «Математическое моделирование систем и процессов»	-			-	3			10	ОПК-1.5, ОПК-1.6	
	Итого (без часов на промежуточную аттестацию)	5	17		34	21	3	6	6	78	
	Форма промежуточной аттестации - экзамен	5	36			3	18			ОПК-1.5, 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	Изд-во, год издания	Кол-во экз. в библио- 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

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Изд-во, год издания	Кол-во экз. в библио- 100% онлайн
6.1.2.1	Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М.	Численные методы : учеб. пособие для ВУЗов - 4-е изд. - - 636 с.	М. : БИНОМ, 2006.	20

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

	Авторы, составители	Заглавие	Изд-во, год издания/ Личный кабинет обучающег ося	Кол-во экз. в библио- 100% онлайн
6.1.3.1	Новиков П. В., Ратушняк В. С.	Математическое моделирование систем и процессов: методические указания к лекционным занятиям для студентов всех форм обучения специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей [Электронный ресурс].- http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=asd123&S21FMT=briefHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D51%2F%D0%9D%2073%2D923625227%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21TN=1&S21REF=10&S21CNR=5&auto_open=4	Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2021	100 % online
6.1.3.2	Новиков П. В., Ратушняк В. С.	Математическое моделирование систем и процессов: методические указания к лабораторным работам для студентов всех форм обучения специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей [Электронный ресурс].- http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=asd123&S21FMT=briefHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D51%2F%D0%9D%2073%2D404162226%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21TN=1&S21REF=10&S21CNR=5&auto_open=4	Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2022	100 % online
6.1.3.3	Ратушняк В. С.	Математическое моделирование систем и процессов: методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов всех форм обучения специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей	Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2022	100 % online

		[Электронный ресурс].- http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=asd123&S21FMT=brieHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D51%2F%D0%A0%2025%2D911505282%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21S_TN=1&S21REF=10&S21CNR=5&auto_open=4		
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
6.2.1	Библиотека КриЖТ ИрГУПС : [сайт] / Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ИрГУПС. – Красноярск. – URL: http://irbis.krsk.irkups.ru/ . – 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. – URL: http://umcздт.ru/books/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.			
6.2.3	Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «ЗНАНИУМ». – Москва. 2011. – URL: http://znanium.com . – Режим доступа : по подписке. – Текст: электронный.			
6.2.4	Образовательная платформа Юрайт : электронная библиотека : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва. – URL: https://urait.ru/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.			
6.2.5	Лань : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: http://e.lanbook.com . – Режим доступа : по подписке. – Текст: электронный.			
6.2.6	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» : электронная библиотека : сайт / ООО «Директ-Медиа». – Москва, 2001. – URL: https://biblioclub.ru/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.			
6.2.7	Красноярский институт железнодорожного транспорта : [электронная информационно-образовательная среда] / Красноярский институт железнодорожного транспорта. – Красноярск. – URL: http://sdo.krsk.irkups.ru/ . – Текст: электронный.			
6.2.8	Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003. – URL: http://www.rzd.ru/ . – Текст: электронный.			
6.2.9	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: http://dcnti.krw.rzd . – 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. 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	Электронная библиотека Университета (http://www.irkups.ru/nfb).			
6.3.3.2	Математическая энциклопедия (проект электронно-библиотечной системы «Университетская библиотека онлайн» (https://enc.biblioclub.ru/Encyclopedia/128_Matematicheskaya_enciklopediya)).			
6.3.3.3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1).			
6.4 Правовые и нормативные документы				
6.4.1	Не используется			
7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ				
1	Корпуса А, Л, Т, Н КриЖТ ИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2 И			
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины.			
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС.			

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальный зал библиотеки; – компьютерные классы Л-203, Л-214, Л-410, Т-5,Т-46.
--

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 запоминались. 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 – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют лабораторные задания. Лабораторные 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. Лабораторные занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель лабораторных занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На лабораторных занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому лабораторному занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины.</p> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия.</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 21 час по очной форме обучения, 78 часов по заочной форме обучения. 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). 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</p>

«Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.

ИДЗ должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению КР (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль».

Обучающийся очной и заочной формы обучения выполняет:

5 семестр и 3 курс соответственно

Самостоятельная работа обучающихся предполагает самостоятельное изучение отдельных тем, дополнительную их подготовку к каждому практическому занятию, текущему контролю знаний, выполнение ИДЗ, выполнение курсовой работы и должна соответствовать графику изучения программы дисциплины.

Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине
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 (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

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

Задачами ФОС являются:

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

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

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

Программа контрольно-оценочных мероприятий.

Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1.5 Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях

ОПК-1.6 Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
---	--------	--	--	---------------------------------------	--

5 семестр					
1	1	Текущий контроль	Определение математической модели; математического, имитационного и статистического моделирования. Методы построения моделей различных систем и процессов. Классификация, методы исследования моделей. Источники погрешностей моделирования	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)
2	2	Текущий контроль	Вычислительные среды MathCAD (SMath Studio), MATLAB (Scilab), их основные принципы работы, возможности и недостатки, порядок проведения стандартных расчетов	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
3	1-2	Текущий контроль	Проработка лекционного материала	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
4	1-2	Текущий контроль	Подготовка к лабораторным занятиям	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
5	3-5	Текущий контроль	Решение нелинейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Анализ данных. Интерполяция. Аппроксимация. Регрессия. Сглаживание данных	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)
6	3-5	Текущий контроль	Статические модели. Решение нелинейных уравнений. Отделение корней и методы уточнения корней нелинейного уравнения. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
7	6-8	Текущий контроль	Статические модели. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
8	7-9	Текущий контроль	Квадратурные формулы. Метод трапеции. Метод Симпсона. Метод Гаусса. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа. Многочлены Лежандра. Квадратурная формула Гаусса	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)
9	9-11	Текущий контроль	Численное интегрирование функций. Метод трапеции. Метод Симпсона. Метод Гаусса. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа. Квадратурная формула Гаусса. Сравнение квадратурных формул	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
10	3-11	Текущий контроль	Проработка лекционного материала	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
11	3-11	Текущий контроль	Подготовка к лабораторным занятиям	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
12	11	Текущий контроль	Математические модели аperiodических и колебательных	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)

			процессов. Математическая модель двигателя постоянного тока. Модели численности населения и эволюции популяций		
13	13	Текущий контроль	Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)
14	12-14	Текущий контроль	Динамические модели. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
15	15-16	Текущий контроль	Динамические модели. Приближенное решение дифференциальных уравнений в частных производных	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
16	15-17	Текущий контроль	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	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)
17	16-17	Текущий контроль	Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости. Исследование движения математического маятника на фазовой плоскости. Исследование модели «хищник-жертва»	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
18	12-17	Текущий контроль	Проработка лекционного материала	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
19	12-17	Текущий контроль	Подготовка к лабораторным занятиям	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
20	17	Промежуточная аттестация - экзамен	Раздел 1. Общие сведения о моделировании технических систем. Раздел 2. Моделирование и анализ статических состояний технических объектов. Раздел 3. Моделирование и анализ динамических процессов.	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Теоретические вопросы (устно) и практические задания (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)

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

Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

№	Курс	Наименование контрольно-	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д.	Код индикатора	Наименование оценочного средства
---	------	--------------------------	--	----------------	----------------------------------

		оценочного мероприятия	дисциплины)	достижения компетенции	(форма проведения*)
3 курс					
1	3	Текущий контроль	Определение математической модели; математического, имитационного и статистического моделирования. Методы построения моделей различных систем и процессов. Классификация, методы исследования моделей. Источники погрешностей моделирования	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
2	3	Текущий контроль	Вычислительные среды MathCAD (SMath Studio), MATLAB (Scilab), их основные принципы работы, возможности и недостатки, порядок проведения стандартных расчетов	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
3	3	Текущий контроль	Проработка лекционного материала	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
4	3	Текущий контроль	Подготовка к лабораторным занятиям	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
5	3	Текущий контроль	Решение нелинейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Анализ данных. Интерполяция. Аппроксимация. Регрессия. Сглаживание данных	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)
6	3	Текущий контроль	Статические модели. Решение нелинейных уравнений. Отделение корней и методы уточнения корней нелинейного уравнения. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
7	3	Текущий контроль	Статические модели. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Метод наименьших квадратов	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
8	3	Текущий контроль	Квадратурные формулы. Метод трапеции. Метод Симпсона. Метод Гаусса. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа. Многочлены Лежандра. Квадратурная формула Гаусса	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)
9	3	Текущий контроль	Численное интегрирование функций. Метод трапеции. Метод Симпсона. Метод Гаусса. Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа. Квадратурная формула Гаусса. Сравнение квадратурных формул	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
10	3	Текущий контроль	Проработка лекционного материала	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
11	3	Текущий контроль	Подготовка к лабораторным занятиям	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)

12	3	Текущий контроль	Математические модели аperiodических и колебательных процессов. Математическая модель двигателя постоянного тока. Модели численности населения и эволюции популяций	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
13	3	Текущий контроль	Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Тест (компьютерные технологии)
14	3	Текущий контроль	Динамические модели. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Защита лабораторной работы (компьютерные технологии)
15	3	Текущий контроль	Динамические модели. Приближенное решение дифференциальных уравнений в частных производных	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
16	3	Текущий контроль	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	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
17	3	Текущий контроль	Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости. Исследование движения математического маятника на фазовой плоскости. Исследование модели «хищник-жертва»	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
18	3	Текущий контроль	Проработка лекционного материала	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
19	3	Текущий контроль	Подготовка к лабораторным занятиям	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Творческое задание (компьютерные технологии)
20	3	Текущий контроль	Выполнение к/р №1 «Математическое моделирование систем и процессов»	УК-1.4, ОПК-2.1	Контрольная работа (КР) (письменно)
21	3	Промежуточная аттестация - экзамен	Раздел 1. Технические средства реализации информационных процессов Раздел 2. Программные средства реализации информационных процессов Раздел 3. Алгоритмизация и программирование	УК-1.4, ОПК-2.1	Теоретические вопросы (устно) и практические задания (письменно) Тестирование (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.

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, 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	Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки знаний, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий
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	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
5	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности, обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к экзамену, Тестирование (компьютерные технологии)

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

Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы.	Высокий

	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	
«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	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении экзамена в форме тестирования

Тестирование

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
«не удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Критерии и шкала оценивания контрольной работы (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. Нет ответа. Не было попытки выполнить задание
--	---

Критерии и шкала оценивания творческого задания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Представленная работа демонстрирует точное понимание задания и полное ему соответствие. В работе приводятся конкретные факты и примеры. Материал изложен логично. Работа и форма её представления является авторской, выполнена самостоятельно и содержит большое число оригинальных, изобретательных примеров. Эффективное использование изображений, видео, аудио и других мультимедийных возможностей, чтобы представить свою тему и вызвать интерес. Презентация имеет все необходимые разделы, данные об авторе, ссылки на источники, оформлена в одном стиле. Текст не избыточен на слайде, не имеет орфографических и речевых ошибок
«хорошо»	Представленная работа демонстрирует понимание задания. В работу включаются как материалы, имеющие как непосредственное отношение к теме, так и материалы, не имеющие отношения к ней. Содержание работы соответствует заданию, но не все аспекты задания раскрыты. В работе есть элементы творчества. Используются однотипные мультимедийные возможности, или некоторые из них отвлекают внимание от темы презентации. Основные требования к презентации соблюдены, но отсутствует выполнение требований либо к оформлению, либо к содержанию. Текст на слайде не избыточен, но плохо читается, несколько неудачных речевых выражений.
«удовлетворительно»	В работу включена собранная обучающимся информация, но она не анализируется и не оценивается. Нарушение логики в изложении материала. Обычная, стандартная работа, элементы творчества отсутствуют. Не используются изображения, видео, аудио и другие мультимедийные возможности, или их использование отвлекает внимание. Не соблюдены требования к оформлению презентации. Слишком много текста, или две и более орфографических ошибок, или речевые и орфографические ошибки
«неудовлетворительно»	Включены материалы, не имеющие непосредственного отношения к теме работы, содержание работы не относится в рассматриваемой проблеме. Отсутствует логики в изложении материала. Не используются изображения, видео, аудио и другие мультимедийные возможности, или их использование отвлекает внимание. Не соблюдены требования к оформлению презентации

Критерии и шкала оценивания теста

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
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкала оценивания защиты лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
	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. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

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

3.1 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 творческие задания

Задания выложены в электронной информационно-образовательной среде КрИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Творческое задание должно быть выполнено в установленный преподавателем срок. Результат выполнения творческого задания отправляется на проверку по средствам информационно-образовательной среды. Оценка за выполнение творческого задания, а также комментарии и рекомендации преподавателя фиксируются в информационно-образовательной среде.

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий реконструктивного уровня, предусмотренных рабочей программой.

Образец творческого задания по теме
«Подготовка к лабораторным занятиям»

1. 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.

3.3 Типовые тестовые задания по разделу/теме/дисциплине

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

Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине.

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

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

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

Типы тестовых заданий:

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

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

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

Индикатор	Тема в соответствии с РПД	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ	
ОПК-1.5 Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях ОПК-1.6 Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	Определение математической модели; математического, имитационного и статистического моделирования. Методы построения моделей различных систем и процессов. Классификация, методы исследования моделей. Источники погрешностей моделирования	Определение математической модели	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Методы построения моделей различных систем и процессов	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
				Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
				Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Источники погрешностей моделирования	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
		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 2 – ЗТЗ
				Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
				Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
	Решение нелинейных уравнений			Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
				Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
				Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
	Интерполяция. Аппроксимация. Регрессия		Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
	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 2 – ЗТЗ
				Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
				Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Численное интегрирование и дифференцирование квадратурной формулы на основе многочлена Лагранжа		Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
				Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
				Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
Многочлены Лежандра. Квадратурная формула Гаусса		Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ		
		Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ		
		Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ		
Математические модели аperiodических и колебательных процессов. Математическая модель двигателя постоянного тока. Модели численности населения и эволюции популяций		Математические модели аperiodических процессов	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
	Математические модели колебательных процессов	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ		
		Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ		
		Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ		

	Модели численности населения и эволюции популяций	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
		Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
		Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
	Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки	Метод Эйлера	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Метод Рунге-Кутты	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Метод конечных разностей	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
	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 2 – ЗТЗ
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Движение маятника вблизи устойчивого / неустойчивого положения равновесия	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
			Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
Модель «хищник-жертва»		Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
		Умения	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
		Действия	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ	
Итого по дисциплине			Σ 216 108 – ОТЗ 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

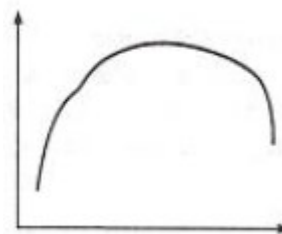
2. Расположите этапы математического моделирования в правильной последовательности:

- 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

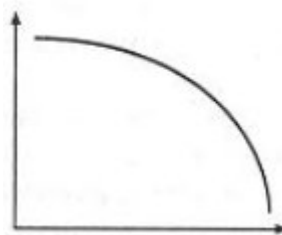
А) монотонно убывающая

1)



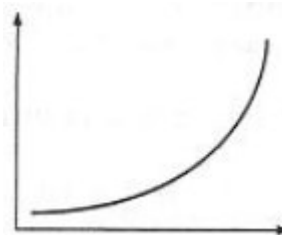
Б) Монотонно возрастающая

2)

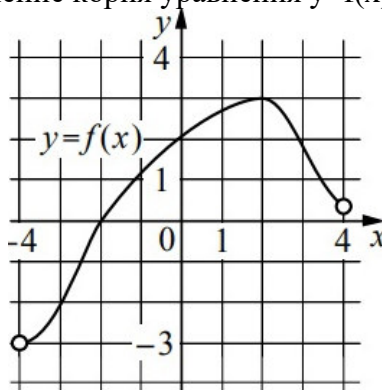


В) Немонотонная функция

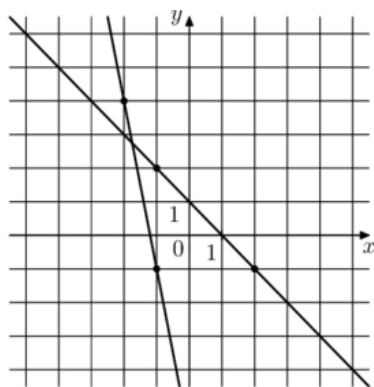
3)



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



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



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

7. Приведите названия прямых методов решения СЛАУ

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

9. Что значит решить уравнение?

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

11. Какие методы уточнения корней вы знаете?

12. К итерационным методам решения СЛАУ относятся:

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

13. Назовите этапы решения нелинейных уравнений

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

14. Какие методы отделения корней вы знаете?

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

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

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

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

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

17. Перечислите требования к математической модели

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

18. Перечислите 7 целей математического моделирования

3.4 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-Кутта. Краевая задача. Метод конечных разностей. Метод прогонки»

Методом Рунге-Кутта проинтегрировать дифференциальное уравнение

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

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.

3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену (для оценки знаний)

Раздел 1. Понятие модели, моделирования. Математической модели

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

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

1.3. Простейшие модели.

Раздел 2. Статические линейные и нелинейные модели

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

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

2.3. Вычислительные методы построения и анализа одномерных моделей.

2.4. Определение трансцендентного уравнения. Графический способ решения уравнения.

2.5. Метод итераций.

2.6. Метод Ньютона.

2.7. Элементы матричной алгебры. Метод Гаусса. Матричный способ.

2.8. Вычислительные методы линейной алгебры. Метод простой итерации. Необходимые и достаточные условия сходимости метода итераций. Метод Зейделя.

2.9. Построение статических моделей по экспериментальным данным. Интерполяция и аппроксимация функций.

2.10. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона.

2.11. Сплайн-интерполяция.

2.12. 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. Основные принципы работы вычислительной среды MATLAB: подходы, возможности и ограничения, порядок проведения стандартных расчетов в задачах.

3.2. Динамические аналогии. Понятие электромеханической, электрогидравлической и электропневматической аналогий.

3.3. Математическое моделирование систем с сосредоточенными параметрами. Механические колебательные системы

3.4. Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Волновые процессы.

3.5. Вычислительные методы решения и анализа математических моделей динамических процессов.

3.6. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями. Методы Эйлера и Рунге-Кутты.

3.7. Постановка и решение краевой задачи. Метод конечных разностей. Метод прогонки.

3.6 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 приложении MATLAB SIMULINK. 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

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

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
Творческое задание	Темы и перечень должны быть выложены в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС и доступны обучающемуся. Творческое задание должно быть выполнено в установленный преподавателем срок. Результат выполнения творческого задания отправляется на проверку по средствам информационно-образовательной среды. Оценка за выполнение творческого задания, а также комментарии и рекомендации преподавателя фиксируются в информационно-образовательной среде.
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 справочных таблиц и проч. 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
Защита лабораторной работы	Результат выполнения лабораторной работы отправляется на проверку по средствам информационно-образовательной среды. Оценка за выполнение лабораторной работы, а также комментарии и рекомендации преподавателя фиксируются в информационно-образовательной среде.

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 для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к 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; 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).

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.

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.

Образец экзаменационного билета

 20__-20__ учебный год	Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» специальность СЖД 5 семестр	Утверждаю: Заведующий кафедрой «СЖД» КриЖТ ИрГУПС _____ Ж.М. Мороз
<ol style="list-style-type: none">1. Понятие модели, моделирования. Математической модели.2. Сплайн-интерполяция.3. 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}$4. Найти интервал изоляции корня уравнения $x^3 - 3x + 5 = 0$.5. Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Волновые процессы		