



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

8 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института  
Теплоэнергетики

\_\_\_\_\_ Н.Д. Чичирова

« 27 » \_\_ 10 \_\_\_\_\_ 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы моделирования и прогнозирования

Направление  
подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация

магистр

Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146)

Программу разработал(и):

доцент, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ Абдулмянов Т.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Инженерная кибернетика, протокол №2 от 08.10.2020

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Смирнов Ю.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающих кафедр:

зав. кафедрой ТЭС \_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

протокол № 2-2020/21 от 17.09.2020

зав. кафедрой ЭЭ \_\_\_\_\_ Ильин В.К.

протокол № 3 от 02.10.2020

зав. кафедрой ПТЭ \_\_\_\_\_ Ваньков Ю.В.

протокол № 3 от 14.10.2020

зав. кафедрой Химия \_\_\_\_\_ Чичиров А.А.

протокол № 2 от 08.09.2020

Программа одобрена на заседании учебно-методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института теплоэнергетики \_\_\_\_\_ С.М. Власов

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Математические методы моделирования и прогнозирования» является изучение методов решения уравнений в частных производных, аналитических и численных, и формирование навыков использования их в научных исследованиях и в инженерных задачах.

Задачи: познакомить обучающихся с основными этапами моделирования физических процессов и методами аналитического решения уравнений в частных производных, научить использовать компьютерные методы решения уравнений в частных производных и разрабатывать алгоритмы для численного решения уравнений в частных производных

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Универсальные компетенции (УК)		
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи	<i>Знать:</i> основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования. <i>Уметь:</i> применять методы математического анализа и моделирования <i>Владеть:</i> навыками работы с компьютером как средством управления информацией
	УК-1.2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации)	<i>Знать:</i> методики использования программных средств решения практических задач, основные компьютерные языки программирования <i>Уметь:</i> использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии <i>Владеть:</i> навыками самостоятельной научно-исследовательской работы и научно-педагогической деятельности, требующими широкого образования в соответствующем направлении

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Математические методы моделирования и прогнозирования относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-2		Теория и практика научных исследований в теплоэнергетике
ОПК-1		Теория и практика научных исследований в теплоэнергетике

Для освоения дисциплины обучающийся должен:  
"Высшая математика",

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 44 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	108
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	29	29
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>	44	44
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	Эк	Эк

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена					
<b>Раздел 1. Основные задачи и методы моделирования и прогнозирования</b>														
1. Основные этапы построения математических моделей физических явлений и процессов	1	2	4			10				16	УК-1.1 -31, УК-1.2 -31, УК-1.1 -У1, УК-1.1 -В1, УК-1.2 -У1, УК-1.2 -В1	Л1.1, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л1.2	ПЗ	10
<b>Раздел 2. Задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа</b>														
2. Уравнения в частных производных второго порядка. Гиперболический тип уравнений	1	2	4			10				16	УК-1.1 -31, УК-1.2 -31, УК-1.1 -У1, УК-1.1 -В1, УК-1.2 -У1	Л1.1, Л1.3, Л2.1, Л2.2	ПЗ	14
<b>Раздел 3. Задачи приводящие к уравнениям эллиптического и параболического типа</b>														

3. Уравнения эллиптического и параболического типа	1	2	4			10				16	УК-1.1 -31, УК-1.2 -31, УК-1.1 -У1, УК-1.1 -В1, УК-1.2 -У1, УК-1.2 -В1	Л1.1, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л1.2	ПЗ		16	
Раздел 4. Численные методы решения краевых задач																
4. Применение компьютерных методов решения краевых задач	1	2	4			14	2			1	25	УК-1.1 -31, УК-1.2 -31, УК-1.1 -У1, УК-1.1 -В1, УК-1.2 -У1, УК-1.2 -В1	Л1.1, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л1.2	ПЗ		20
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)															ЭВ	40
Консультация					2						2					
<b>ИТОГО</b>		8	16		2	44	2	35	1	108						100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Эксперимент и математическая модель объекта. Адекватность модели. Методы решения краевых задач. Эксперимент и математическая модель процессов взаимодействия элементов аквакультур. Математическая модель водных биоресурсов и аквакультур. Начальные и граничные условия задач.	2

2	Уравнения гиперболического типа. Граничные и начальные условия для уравнения колебания струны. Решение уравнения колебания струны методом Даламбера в случае бесконечной струны. Физическая интерпретация решения. Решение уравнений колебания для полуограниченной струны с помощью формулы Даламбера. Решение уравнения колебаний методом разделения переменных. Решение неоднородного уравнения методом Фурье. Собственные значения и собственные функции краевой задачи.	2
---	--	---

3	Задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Фундаментальные решения уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга. Решение уравнения Лапласа в цилиндрических координатах. Уравнение Бесселя. Решение однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. Решение неоднородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных. Распространение тепла на неограниченном стержне.	2
4	Численные и аналитические методы решения уравнений в частных производных. Построение разностных схем для уравнений в частных производных первого и второго порядка. Задача Коши и краевая задача для прямоугольной области. Устойчивость решения разностных уравнений к малым изменениям начальных условий и правых частей. Сходимость решения разностного уравнения к точному решению исходного уравнения. Решение систем УЧП при помощи ANSYS	2
Всего		8

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Общая классификация уравнений в частных производных. Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка и их решение.	2
2	Классификация уравнений в частных производных второго порядка и преобразование к каноническому виду.	2
3	Решение краевых задач методом разделения переменных.	2
4	Решение уравнений в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами.	2
5	Решение уравнений в частных производных при помощи компьютерных систем аналитических вычислений	2
6	Численные методы решения (уравнения теплопроводности). Явная схема	2
7	Численный метод решения краевой задачи для волнового уравнения	2
8	Численное решение уравнений Лапласа и Пуассона.	2
Всего		16

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
--------------------------	---------	----------------	--------------------

1	Основные задачи и методы моделирования и прогнозирования	Основные задачи и методы моделирования и прогнозирования	10
2	Задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа	Задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа	10
3	Задачи приводящие к уравнениям эллиптического и параболического типа	Задачи приводящие к уравнениям эллиптического и параболического типа	10
4	Численные методы решения краевых задач	Численные методы решения краевых задач	14
Всего			44

#### 4. Образовательные технологии

Для формирования компетенций используются традиционные образовательные технологии, такие как лекций, лабораторные работы, практические занятия самостоятельная работа, консультации, устный опрос. Кроме них используются: работа с пакетами прикладных программ, работа в интерактивной образовательной среде LMS Moodle, компьютерное тестирование, индивидуальные задания и контроль их поэтапного выполнения, конференций-вебинары, коллективное обсуждение проблемных вопросов, в том числе удаленно с использованием конференц-систем

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: индивидуальные задания для самостоятельной работы, тестирование .

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения,	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками,	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными

	имеют место грубые ошибки	выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
УК-1	УК-	Знать	зачтено			не зачтено

1.1	основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования.	Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования.	Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования.	Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования.	Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования.
	Уметь				
	применять методы математического анализа и моделирования	Имеет 85- 100% навыков применения методов математического анализа и моделирования	Имеет 70- 84% навыков применения методов математического анализа и моделирования	Имеет 55- 69% навыков применения методов математического анализа и моделирования	Имеет ниже 55% навыков применения методов математического анализа и моделирования
	Владеть				
	навыками работы с компьютером как средством управления информацией	Имеет 85- 100% навыков работы с компьютером как средством управления информацией	Имеет 70- 84% навыков работы с компьютером как средством управления информацией	Имеет 55- 69% навыков работы с компьютером как средством управления информацией	Имеет ниже 55% навыков работы с компьютером как средством управления информацией
УК-1.2	Знать				
	методики использования программных средств решения практических задач, основные компьютерные языки программирования	Знать методики использования программных средств решения практических задач, основные компьютерные языки программирования	Знать методики использования программных средств решения практических задач, основные компьютерные языки программирования	Знать методики использования программных средств решения практических задач, основные компьютерные языки программирования	Знать методики использования программных средств решения практических задач, основные компьютерные языки программирования
	Уметь				

		использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии	Имеет 85- 100% навыков использования для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии	Имеет 70- 84% навыков использования для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии	Имеет 55- 69% навыков использования для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии	Имеет ниже 55% навыков использования для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии
Владеть						
		навыками самостоятельной научно-исследовательской работы и научно-педагогической деятельности, требующими широкого образования соответствующем направлении.	Имеет 85- 100% навыков самостоятельной научно-исследовательской работы и научно-педагогической деятельности, требующими широкого образования в соответствующем направлении	Имеет 85- 100% навыков самостоятельной научно-исследовательской работы и научно-педагогической деятельности, требующими широкого образования в соответствующем направлении	Имеет 85- 100% навыков самостоятельной научно-исследовательской работы и научно-педагогической деятельности, требующими широкого образования в соответствующем направлении	Имеет ниже 55% навыков самостоятельной научно-исследовательской работы и научно-педагогической деятельности, требующими широкого образования в соответствующем направлении

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
-------	----------	--------------	---	-----------------------------	-------------	----------------------------	--------------------------------------

1	Берков Н. А., Зубков В. Г., Миносцев В. Б., Пушкарь Е. А.	Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации			2013	<a href="https://e.lanbook.com/book/30426">https://e.lanbook.com/book/30426</a>	
2	Карчевский М. М.	Уравнения математической физики. Дополнительные главы	учебное пособие	М.: Лань	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/72983">https://e.lanbook.com/book/72983</a>	
3	Тихонов А. Н., Самарский А. А.	Уравнения математической физики	учебник для вузов	М.: Наука	2004		20

### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Абдульмянов Т. Р.	Методы решения уравнений в частных производных с применением компьютерных вычислений	лаб. практикум по дисциплине "Уравнения в частных производных"	Казань: КГЭУ	2009		5
2	Абдулмянов Т. Р., Сулейманов А. С. Л.	Методы решения уравнений в частных производных с применением ЭВМ	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2007		4

## **6.2. Информационное обеспечение**

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Уравнения математической физики	Moodle

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>
2	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
3	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
4	Scopus	<a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>	<a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
5	Springer	<a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a>	<a href="http://www.springer.com">www.springer.com</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	ANSYS 13	Универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа .	ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс" №2011.24708 от 24.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Windows 7 Профессиональная (сертифицированная ФСТЭК)	Пользовательская операционная система	"ЗАО ""ТаксНет-Сервис"" №ПО-ЛИЦ 0000/2014 от 27.05.2014 Неискл. право. Бессрочно
3	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон
2	Практические занятия	Учебная аудитория	доска интерактивная, моноблок (16 шт.)

## **8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и

право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

### Структура дисциплины по заочной форме обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 13 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 4 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 4 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 87 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час.

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	3	108	108	
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b>		13	13	
Лекционные занятия (Лек)		4	4	
Практические занятия (Пр)		4	4	
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)		4	4	
Консультации (Конс)		1	1	
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>		87	87	
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)		8	8	
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>		Эк	Эк	

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_ /20\_\_  
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых  
внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих  
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Смирнов Ю.Н.

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

### **Математические методы моделирования и прогнозирования**

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Математические методы моделирования и прогнозирования» – комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции.

УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи

УК-1.2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации).

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине, проводится в виде отчетности по практическим работам; тестирования с использованием компьютера. Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за определенный период (*1 семестр*) и проводится в форме экзамена.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 1

Номер раздела темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено			зачтено
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
<b>Текущий контроль успеваемости</b>							
1	Выполнение практических заданий с представлением отчета	Отчет по работе № 1,2	УК-1.1 УК-1.2	2,0	7,0	7,0 - 9,3	9,0 - 11,0
	Изучение теоретического материала	Тест №1	УК-1.1 УК-1.2	1,0	2	3,0	4
2	Выполнение практических заданий с представлением отчета	Отчет по работе № 3,4	УК-1.1 УК-1.2	2,0	7,0	7,0 - 9,3	9,0 - 11,0

	Изучение теоретического материала	Тест №2	УК-1.1 УК-1.2	1,0	2	3,0	4
3	Выполнение практических заданий с представлением отчета	Отчет по работе № 5,6	УК-1.1 УК-1.2	2,0	7,0	7,0 - 9,3	9,0 - 11,0
	Изучение теоретического материала	Тест №3	УК-1.1 УК-1.2	1,0	2,0	3,0	4,0
4	Выполнение практических заданий с представлением отчета	Отчет по работе № 7,8	УК-1.1 УК-1.2	2,0	7,0	7,0 - 9,3	9,0 - 11,0
	Изучение теоретического материала	Тест №4	УК-1.1 УК-1.2	1,0	2,0	3,0	4,0
Всего баллов				менее 30	36	40-49	50- 60
<b>Промежуточная аттестация</b>							
1-4	Экзамен	Тест итоговый	УК-1.1, УК-1.2	менее 25	20- 34	30-35	35-40
<b>Итого баллов</b>				<b>0-54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Отчет по практической работе (ОПР)	Выполнение практических заданий, обработка результатов вычислительного эксперимента. Оформление отчета, защита результатов работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты работы, перечень требований к отчету
Тест (Тест), ито-	Система стандартизированных заданий, позволяющая	Комплект тесто-

ГОВЫЙ	автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося, как для текущего контроля, так и при итоговой аттестации	вых заданий различного уровня сложности
-------	--	---

### 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Отчет по практической работе
Отчет по практической работе (ОПР)	<p>Контроль текущей успеваемости осуществляется в процессе защиты отчетов по практическим работам. Данный вид контроля за учебной деятельностью студентов является оценкой его практической и самостоятельной работы. Выполнение всех тем практических работ является обязательным допуском к промежуточной аттестации по дисциплине. Проверяются знания текущего теоретического материала, на котором основано выполнение практической работы.</p> <p>Отчет должен содержать следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тема практической работы;</li> <li>- цель и задачи работы;</li> <li>- индивидуальное задания на выполнение работы;</li> <li>- полученные результаты в виде уравнений, таблиц, графиков;</li> <li>- выводы по полученным результатам.</li> </ul> <p>Пример. Практическая работа. Рассчитать параметры модели линейной парной регрессии</p> <p><i>Приме: Задание1</i></p> <p>В соответствии с индивидуальным вариантом задания, необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценить тесноту связи зависимой переменной (результативного фактора) с объясняющей переменной с помощью показателей корреляции и детерминации.</li> <li>2. Оценить с помощью <i>F</i>-критерия Фишера статистическую надежность моделирования.</li> <li>3. Оценить статистическую значимость параметров регрессии.</li> <li>4. Определить среднюю ошибку аппроксимации.</li> <li>5. Выполнить точечный и интервальный прогноз результативного признака <i>y</i> при увеличении объясняющего признака <i>x</i> на 25% от его среднего значения (достоверность прогноза 95%).</li> <li>6. На одной диаграмме изобразить поле корреляции исходных данных и полученное уравнение линейной модели.</li> </ol> <p><b>При защите отчета по практической работе необходимо ответить на контрольные вопросы:</b></p> <p><b>Пример контрольных вопросов</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как вычисляется линейный коэффициент парной корреляции? Поясните его назначение.</li> <li>2. Как вычисляется индекс корреляции? Поясните его роль в оценки качества модели.</li> <li>3. Дайте определение критерию Стьюдента и его значимости в статистическом анализе математической модели.</li> <li>4. Что понимаете под уровнем значимости?</li> <li>5. Опишите алгоритм построения доверительного интервала для коэффициентов линейной модели.</li> <li>6. Сформулируйте понятие точечного и интервального прогноза</li> </ol>

	<p>по уравнению линейной регрессии.</p> <p>6. Можно ли говорить о наличии линейной зависимости между переменными <math>x</math> и <math>y</math>, если по 52 наблюдениям было получено значение <math>r_{xy} = 0,42</math>.</p> <p>7. Какие методы применяются для выбора вида модели регрессии?</p> <p>8. По величине коэффициента детерминации <math>R^2 = 0,56</math> определить долю вариации результативного признака, объясненного уравнением регрессии.</p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При оценке выполненного задания учитываются следующие критерии:</p> <p><b>Пример:</b></p> <p><b>1. Правильность выполнения работы в соответствии с поставленной задачей</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание работы выполнено в полном объеме, предусмотренном в задании, показано умение делать обобщение, выводы – 3 балла;</li> <li>- содержание материала раскрыто неполно, обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 2 балла;</li> <li>- не раскрыто основное содержание работы, полное неумение делать обобщение, выводы. – 0 баллов;</li> </ul> <p><b>2. Уровень теоретической подготовки при ответах на контрольные вопросы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уверенно и правильно отвечает на вопросы – 1,5 балла;</li> <li>- затрудняется в ответах, нечетко формулирует ответ – 1 балл;</li> <li>- неправильные ответы на вопросы – 0 баллов;</li> </ul> <p><b>3. Последовательность изложения в соответствии с требованием к отчету</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание материала раскрыто последовательно, строго в соответствии с требованием – 1 балла;</li> <li>- последовательность изложения нарушена – 0,5 балл;</li> <li>- полное не соответствие требованиям – 0 баллов;</li> </ul> <p><b>Максимум баллов за одну практическую работу – 5,5 баллов</b>  <b>За весь цикл практических работ в семестр – 44 балла</b></p>
<p><b>Наименование оценочного средства</b></p>	<p><b>Тест</b></p>
<p>Тест</p>	<p>Содержание учебного процесса в семестре разделено на 4 модуля, по окончании каждого из них текущий контроль успеваемости проверяется тестированием.</p> <p>Тестирование проводится в системе Moodle.</p> <p>Содержание тестов соответствует тематике пройденного материала. База вопросов более 100, которая регулярно обновляется и случайным образом формируются в тест.</p> <p>Тест содержит 20 вопросов с заданиями разных типов.</p> <p><b>Примеры тестовых заданий:</b></p> <p>1. Экспериментальный метод подбора вида уравнения регрессии основан на:</p>

Выберите один ответ:

- сравнении величины остаточной дисперсии при разных
- изучении природы связи признаков
- изучении поля корреляции.

2. Для того чтобы при заданном уровне значимости  $\alpha = 0,025$  проверить гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности, если известны эмпирические и теоретические частоты:

Эмпирические частоты	2	9	20	45	19	8	2
Теоретические частоты	1	10	21	41	22	9	1

необходимо определить критическую точку как...

$$\chi_{кр}^2 = \chi_{кр}^2(0,025; 4)$$

$$\chi_{кр}^2 = \chi_{кр}^2(0,975; 4)$$

$$\chi_{кр}^2 = \chi_{кр}^2(0,025; 102)$$

$$\chi_{кр}^2 = \chi_{кр}^2(0,975; 102)$$

3. Установите правильную последовательность этапов построения гипотезы:

1. Выдвижение предположения;	а)	1,2,3;
2. Анализ отдельных фактов и отношений между ними	б)	2, 3, 1;
3. Синтез фактов, их обобщение	в)	3, 1,2;
	г)	3,2, 1;
	д)	2, 1,3.

4. Для нелинейной модели вида  $Y = 8,41 - 0,23 \cdot X + 0,75 \cdot X^2 + \varepsilon$

получены значения дисперсий:  $\sigma_y^2 = 20,89$ ;  $\sigma_{y^2} = 39,03$ ;  $\sigma_\varepsilon^2 = 5,18$ . Определите значение коэффициента детерминации для этой модели .....

5. Для уравнения множественной линейной регрессии с двумя регрессорами, рассчитанного на основании 14 наблюдений, коэффициент детерминации равен 0,25. Вычислите значение F-статистики и проверьте значимость построенного уравнения, если  $F_{кр}(2;14) = 3,74$

- $F_{факт} = 5,5$ ; уравнение в целом значимо
- $F_{факт} = 5,5$ ; построенное уравнение значимо
- $F_{факт} = 1,83$ ; уравнение в целом значимо
- $F_{факт} = 1,83$ ; уравнение в целом значимо

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

Результат тестирования автоматически оценивает программа Moodle в баллах по предварительной настройке. Знания обучающегося в результате промежуточной аттестации в формате модульного тестирования оцениваются в зависимости от количества правильных ответов следующим образом:

	<p>4 балла – 100% правильного ответа  3 балла – от 75 % до 84 % правильных ответов  2 балла – от 50% до 74% правильных ответов  0 баллов – меньше 50% правильных ответов</p> <p><b>Максимальное количество баллов за один тест – 4 балла</b>  <b>Максимум за весь цикл тестов в семестр – 16 баллов</b></p>
--	---

#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

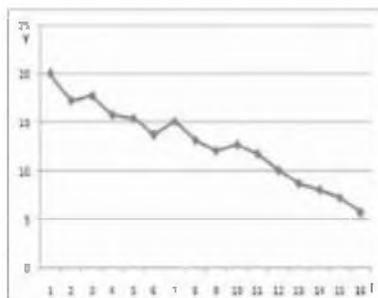
Наименование оценочного средства	Экзамен																									
Итоговый тест	<p>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из теста на проверку теоретических знаний и практических умений.</p> <p>Тест содержит 20 вопросов с заданиями разных типов (закрытые, открытые тесты, тесты на упорядочение, на установление соответствия) для выполнения в системе Moodle.</p> <p style="text-align: center;"><b>Примеры тестовых заданий:</b></p> <p><b>1. Конечной целью любой обработки экспериментальных данных является</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выдвижение гипотез о классе и структуре математической модели</li> <li>- выбор возможных методов последующей статистической обработки и их анализ</li> <li>- получение нового знания об исследуемом объекте</li> <li>- получение критериев оценки исследуемых объектов</li> </ul> <p><b>2. Построена матрица парных коэффициентов корреляции:</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>y</td> <td>x1</td> <td>x2</td> <td>x3</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>x1</td> <td>0,72</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>x2</td> <td>0,48</td> <td>-0,81</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>x3</td> <td>0,93</td> <td>0,69</td> <td>0,35</td> <td>1</td> </tr> </table> <p>Значениями тесноты связи между факторами (регрессорами) являются....  Выберите один или несколько ответов</p> <p>0,72  -0,81  0,93  0,34</p> <p><b>3. Каким методом находятся коэффициенты регрессионной модели при многофакторном эксперименте:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ковариационным анализом,</li> <li>- дисперсионным анализом,</li> <li>- методом корреляционного анализа,</li> <li>- наименьших квадратов</li> </ul>		y	x1	x2	x3	y	1				x1	0,72	1			x2	0,48	-0,81	1		x3	0,93	0,69	0,35	1
	y	x1	x2	x3																						
y	1																									
x1	0,72	1																								
x2	0,48	-0,81	1																							
x3	0,93	0,69	0,35	1																						

4. Установите соответствие между спецификацией модели и видом уравнения:

- |   |   |
|---|---|
| (1) линейное уравнение парной регрессии | $y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2^2 + \varepsilon$ |
| (2) нелинейное уравнение парной         | $y = a + bx + \varepsilon$                              |
| (3) линейное уравнение регрессии        | $y = a + bx + cx^2 + \varepsilon$                       |
| (4) множественной регрессии.            | $y = a + bx_1 + cx_2 + \varepsilon$                     |

5. На рисунке представлен график динамической модели стоимости ценной бумаги за 16 дней. Коэффициенты автокорреляции:

$r(1) = 0,926, r(2) = 0,517, r(3) = 0,495, r(4) = 0,471, r(5) = 0,422$



В состав временного ряда входят:

- случайная компонент
- отрицательный тренд
- сезонная компонента
- циклическая компонента

6. Для нелинейной зависимости вида

$$Y = 8,414 - 0,23 \cdot X + 0,75 \cdot X^2 + \varepsilon$$

получены значения дисперсий:  $\sigma_y^2 = 20,89$ ;  $\sigma_{y^2}^2 = 39,03$ ;  $\sigma_\varepsilon^2 = 5,18$ .

Определите значение коэффициента детерминации для этой модели .....

Ответ округлите до сотых.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

Результат тестирования автоматически оценивает программа Moodle в баллах.

**Максимальное количество баллов за экзамен в результате тестирования - 40**

**Итоговая оценка за экзамен** определяется с учетом суммы баллов, полученных по текущему контролю в системе БРС (35-60) и баллов полученных непосредственно на экзамене по результатам тестирования.

Таким образом, знания обучающегося в результате промежуточной аттестации оцениваются следующим образом:

85-100 баллов – «Отлично»

70-84 баллов – «Хорошо»

55-69 баллов – «Удовлетворительно»

Менее 55 баллов - «Неудовлетворительно»