



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИТЭ
протокол №8 от 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
Чичирова Н.Д.

«21» 06. 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование в строительстве

Направление подготовки 08.04.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Направленность(и) (профиль(и)) Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений

Квалификация магистр

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство утв. приказом Минобрнауки России от № 482 от 31.05.2017

(наименование ФГОС ВО, номер и дата утверждения приказом Минобрнауки России)

Программу разработал(и):

доц. ЭОС, к.ф.-м.н.

(должность, ученая степень)

(дата, подпись)

Соловьева О.В.

(Фамилия И.О.)

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений», протокол № 3 от 16.06.2021.

Заведующий кафедрой _____ В.К. Ильин

(подпись)

Программа обсуждена и одобрена на заседании выпускающей кафедры «Энергообеспечение , строительство зданий и сооружений», протокол № 3 от 16.06.2021.

Заведующий кафедрой _____ В.К.Ильин

(подпись)

Программа одобрена на заседании методического совета института теплоэнергетики протокол № 05/21 от 21.06.2021

Зам. директора института теплоэнергетики _____ С.М. Власов

(подпись)

Программа принята решением Ученого совета института теплоэнергетики протокол № 05/21 от 21.06.2021

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью дисциплины «Математическое моделирование в строительстве» является ознакомление студентов с перечнем основных задач, стоящих перед строителями, а также методами и моделями, способствующими прогрессу проектирования, организации и управления строительством, применяемых на практике, овладение цифровыми компетенциями в области разработки программных продуктов, формирования управляющих программ, применяемых в строительстве, а также практического использования навыков дистанционной групповой работы с использованием стандартного программного обеспечения.

Задачи дисциплины:

- изучение методов математического моделирования технических объектов;
- изучение основ планирования управления строительным производством;
- изучение методов планирования вычислительного эксперимента;
- формирование знаний, умений и навыков построения математических и компьютерных моделей в профессиональной области;
- изучение методов и способов разработки программного обеспечения, применяемого в строительстве;
- использования интерактивной доски Migo для формирования навыков групповой работы при взаимодействии участников групп, выполняющих практические работы, при дистанционном взаимодействии студентов;
- коллаборативных средств разработки проекта по разработке программных комплексов и применения готовых программных комплексов с использованием видеоконференцсвязи (Zoom, BigBlueButton), обмен информацией посредством облачных хранилищ (Google Drive, OneDrive, MailОблако и др.).

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)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Выбирает подходящие фундаментальные законы, описывающие	<i>Знает: существующие экспериментальные методы построения математических моделей в строительстве (31); классификацию, свойства, этапы построения математических моделей (32); Умеет: применять естественнонаучные законы</i>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<p>на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук</p>	<p>изучаемый процесс или явление</p>	<p><i>при построение математических моделей (У1); формулировать технические задачи в виде, удобном для их решения математическими методами (У2); Владеет: навыками составления моделей и алгоритмов их исследования (В1); навыками использования математических методов и современной вычислительной техники в целях моделирования (В2).</i></p>
	<p>ОПК-1.2 Составляет математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, обосновано принимает граничные и начальные условия</p>	<p><i>Знает: базовые понятия математического (компьютерного) моделирования и постановки вычислительного эксперимента (З1); основные пакеты прикладных программ для решения задач математического (компьютерного) моделирования (З2). Умеет: планировать постановку вычислительного эксперимента (У1); выполнять расчет оптимального состава эффективных строительных материалов (У2); производить расчет распространения упругих волн в материалах для целей диагностики; проводить расчет оптимального соотношения (У3); составлять математические модели деталей (изделий) и конструкций, оценивать прочность деталей (изделий) и конструкций при проведении проектных и конструкторских работ (У4); Владеет: навыками верификации численных методов решения фундаментальных и прикладных задач (в том числе в части математического (компьютерного) моделирования работы конструкций) и анализа точности и корректности решений, получаемых с использованием созданного программно-алгоритмического обеспечения (В1); навыками эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения, включая базы и банки данных и методы их оптимизации (В2).</i></p>
	<p>ОПК-1.3 Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><i>Знает: постановки, теоретические основы и приложения адекватных методы решения профессиональных задач технологии верификации математических и компьютерных моделей (З1); основные направления исследований, актуальные проблемы и приоритетные задачи математического (компьютерного) моделирования (З2). Умеет: выбирать наиболее эффективные пути построения адекватной математической модели исследуемого процесса (У1); интерпретировать результаты моделирования (У2); Владеет: навыками анализа, интерпретации,</i></p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
		<i>представления и применения результатов решения фундаментальных и прикладных задач (B1); разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, моделей инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием новых научных достижений (B2).</i>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование в строительстве» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ОПОП 08.04.01 «Строительство» направленность (профиль) программы «Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений»

Код и наименование направления подготовки, наименование направленности (профиля)

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-6		
УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-2, ОПК-3	Дисциплины и практики, освоенные в бакалавриате либо специалитете, Методология научных исследований	
УК-4, ОПК-2	Информационные технологии в строительстве	
ОПК-5, ОПК-6		Организация проектно-исследовательской деятельности
ОПК-6, ОПК-7		Организация и управление производством в строительстве
ПК-1, ПК-3, ПК-4		Техническая эксплуатация, обследование и оценка состояния несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений
		Диаграммные методы расчёта железобетонных конструкций

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: математику, основы программирования, различные пакеты прикладных программ, используемые в энергетике;

Уметь: использовать базовые математические задачи и математические методы в построении математических моделей в проектировании строительных материалов и конструкций;

Владеть: навыками решения математических задач.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 27 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 0 часов, прием зачета – 1 час, самостоятельная работа обучающегося 64 часа, контроль самостоятельной работы (КСР) – 2 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	27	27
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)		
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС)	64	64
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет с оценкой)	17	17
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	3.о.	3.о.

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.	Подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена	Итого					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тема 1. Метод корреляционно-регрессионного анализа. Основные этапы построения регрессионной модели. Метод наименьших квадратов. Парная (простая) линейная регрессионная модель. Нелинейные регрессионные модели, подчиняющиеся непосредственной линеаризации. Трансцендентные задачи. Статистический анализ парной регрессионной. Многофакторная (множественная) линейная регрессионная модель. Статистический анализ многофакторной модели.	1	2	4			16			22	31, 32, У1, У2, В1, В2	1о 2о 3о 4о 1д 2д 3д			15

<p>Тема 2. Линейное программирование как метод принятия управленческих решений. Модели линейного программирования. Методы решения задач линейного программирования. Методы определения опорного плана. Методы оптимизации опорного плана.</p>	1	2	4			16			22	31, 32, У2, В1	1о 2о 3о 4о 1д 2д 3д			15
<p>Тема 3. Пример решения задачи линейного программирования в Excel. Открытая транспортная задача. Транспортная задача с избытком запасов. Транспортная задача с избытком заявок. Многопродуктовая транспортная задача и ее решение в Excel. Задача о назначениях. Задача выбора кратчайшего пути. Решение задачи о нахождении кратчайшего пути в Excel.</p>	1	2	4			16			22	31, 32, У1, У2, В1, В2	1о 2о 3о 4о 1д 2д 3д			15
<p>Тема 4. Потоки событий. Граф состояний. Уравнение</p>	1	2	4			16			22	31, 32, У1, У2,	1о 2о 3о 4о 1д			15

Колмогорова. Процессы «рождения- гибели». Математическая постановка задач массового обслуживания. Одноканальная система массового обслуживания с отказом. Одноканальная система массового обслуживания с ограничением на длину очереди. Одноканальная система массового обслуживания без ограничений. Многоканальная система массового обслуживания с отказом. Многоканальная система массового обслуживания с ограничением на длину очереди. Многоканальная система массового обслуживания без ограничений.										В1, В2, З1, У1	2д 3д			
Зачет с оценкой	1			2		17	1							40
Итого		8	16	2	64	17	1	108						100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Метод корреляционно-регрессионного анализа. Основные этапы построения регрессионной модели. Метод наименьших квадратов. Парная (простая) линейная регрессионная модель. Нелинейные регрессионные модели, подчиняющиеся непосредственной линеаризации. Трансцендентные задачи. Статистический анализ парной регрессионной. Многофакторная (множественная) линейная регрессионная модель. Статистический анализ многофакторной модели.	2
2	Линейное программирование как метод принятия управленческих решений. Модели линейного программирования. Методы решения задач линейного программирования. Методы определения опорного плана. Методы оптимизации опорного плана.	2
3	Пример решения задачи линейного программирования в Excel. Открытая транспортная задача. Транспортная задача с избытком запасов. Транспортная задача с избытком заявок. Многопродуктовая транспортная задача и ее решение в Excel. Задача о назначениях. Задача выбора кратчайшего пути. Решение задачи о нахождении кратчайшего пути в Excel.	2
4	Потоки событий. Граф состояний. Уравнение Колмогорова. Процессы «рождения-гибели». Математическая постановка задач массового обслуживания. Одноканальная система массового обслуживания с отказом. Одноканальная система массового обслуживания с ограничением на длину очереди. Одноканальная система массового обслуживания без ограничений. Многоканальная система массового обслуживания с отказом. Многоканальная система массового обслуживания с ограничением на длину очереди. Многоканальная система массового обслуживания без ограничений.	2
Всего		8

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Классификация моделей по типам, свойствам и назначению. Методы моделирования сложных систем. Основные принципы построения математических моделей. Схема построения детерминированных моделей. Схема построения стохастических моделей. Основные понятия корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа. Линейные регрессионные модели. Выбор вида статистической модели. Линеаризация нелинейных моделей.	4

2	<p>Многофакторные регрессионные модели. Выбор факторов статистической модели. Выбор параметров статистической модели. Оценка достоверности статистической модели. Примеры регрессионных моделей в строительстве. Транспортная задача. Общая постановка задачи. Пример транспортной задачи в строительстве. Решение транспортной задачи симплекс-методом. Решение транспортной задачи методом потенциалов.</p> <p>Создание программного комплекса для решения транспортных задач на языке Python.</p>	4
3	<p>Методы составления начального опорного плана. Диагональный метод, или метод северо-западного угла. Метод наименьшей стоимости. Понятие цикла. Метод потенциалов. Открытая транспортная задача. Многопродуктовая транспортная задача. Другие типы задач. Задача о назначениях. Задача с неразличимыми поставщиками и потребителями. Транспортная модель с промежуточными пунктами. Модель управления запасами. Создание программного комплекса для решения задачи управления запасами на языке Python.</p>	4
4	<p>Случайные процессы. Марковские случайные процессы. Случайный процесс с дискретным и непрерывным временем. Марковская цепь. Классификация систем массового обслуживания по признаку их организации, показатели эффективности. Моделирование системы массового обслуживания: основные параметры, граф состояний. Граф состояний системы массового обслуживания со схемой «гибели и рождения». Система уравнений для определения вероятностей состояний системы массового обслуживания. Правило вычисления вероятности любого состояния системы массового обслуживания. Примеры использования моделей массового обслуживания. Работа в программных комплексах с реализацией моделей массового обслуживания.</p>	4
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	Объем, час.
1	Изучение теоретического материала и подготовка к практическим занятиям.	Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Взаимно двойственные задачи линейного программирования и их применение для определения интервалов устойчивости двойственных оценок.	16
2	Изучение теоретического материала и подготовка к практическим занятиям.	Метод Нелдера-Мида. Метод наискорейшего спуска. Популяционные методы. Метод штрафных функций.	16

	занятиям.		
3	Изучение теоретического материала и подготовка к практическим занятиям.	Системный анализ и задачи оптимального проектирования конструкций. Особенности задач оптимального проектирования конструкций. Изучение пакетов прикладных программ проектирования зданий и сооружений.	16
4	Изучение теоретического материала и подготовка к практическим занятиям.	Подходы к решению задач многокритериальной оптимизации. Многокритериальная оптимизация строительных конструкций.	16
		Итого:	64

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими занятиями, семинарами и с лабораторными работами, самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: (выбрать нужное) интерактивные лекции, групповые дискуссии, деловые игры, проблемное обучение, тренинги, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, case-study, контекстное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, опережающая самостоятельная работа, преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей и т.п.

5. Оценивание результатов обучения

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает контроль самостоятельной работы обучающихся в письменной и устной форме, контрольные работы, защиты расчетно-графических работ.

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (зачета с оценкой) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой проводится письменно и в виде тестирования. На зачет выносятся теоретические и практические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Зачетные билеты содержат

два задания практического характера. Тестовые задания выполняются на компьютере и содержат 40 теоретических вопросов.

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 ¹			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	<i>Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Минимально допустимый уровень знаний, имеют место много негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеют место несколько негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</i>
Наличие умений	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме</i>
Наличие навыков (владение опытом)	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</i>
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	<i>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач</i>	<i>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</i>	<i>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач</i>	<i>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач</i>

¹Критерии являются примерными, при необходимости преподаватель корректирует

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
			зачтено			не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.1	<i>Знать:</i>				
		<i>Существующие экспериментальные методы построения математических моделей в строительстве</i>	<i>В полном объеме знает экспериментальные методы построения математических моделей в строительстве</i>	<i>Знает экспериментальные методы построения математических моделей в строительстве, допускает незначительные ошибки</i>	<i>Плохо знает экспериментальные методы построения математических моделей в строительстве, допускает много ошибок</i>	<i>Не знает экспериментальные методы построения математических моделей в строительстве</i>
		<i>Классификацию, свойства, этапы построения математических моделей</i>	<i>В полном объеме знает классификацию, свойства, этапы построения математических моделей</i>	<i>Знает классификацию, свойства, этапы построения математических моделей, допускает незначительные ошибки</i>	<i>Плохо знает классификацию, свойства, этапы построения математических моделей, допускает много ошибок</i>	<i>Не знает классификацию, свойства, этапы построения математических моделей</i>

		<i>Уметь:</i>				
		<i>Применять естественнонаучные законы при построении математических моделей</i>	<i>В полном объеме умеет применять естественнонаучные законы при построение математических моделей</i>	<i>Умеет использовать естественнонаучные законы при построение математических моделей, допускает незначительные ошибки</i>	<i>Плохо умеет применять естественнонаучные законы при построение математических моделей, допускает много ошибок</i>	<i>Не умеет применять естественнонаучные законы при построение математических моделей</i>
		<i>Формулировать технические задачи в виде, удобном для их решения математическим и методами</i>	<i>В полном объеме формулирует технические задачи в виде, удобном для их решения математическими методами</i>	<i>Частично формулирует технические задачи в виде, удобном для их решения математическими методами</i>	<i>Плохо формулирует технические задачи в виде, удобном для их решения математическими методами</i>	<i>Не умеет формулировать технические задачи в виде, удобном для их решения математическими методами</i>
		<i>Владеть:</i>				
		<i>Навыками составления моделей и алгоритмов их исследования</i>	<i>В полном объеме владеет навыками составления моделей и алгоритмов их исследования</i>	<i>Владеет навыками составления моделей и алгоритмов их исследования</i>	<i>Плохо владеет навыками составления моделей и алгоритмов их исследования</i>	<i>Не владеет навыками составления моделей и алгоритмов их исследования</i>
		<i>Навыками использования математических методов и современной вычислительной техники в целях моделирования</i>	<i>В полном объеме владеет навыками использования математических методов и современной вычислительной техники в целях моделирования</i>	<i>Владеет навыками использования математических методов и современной вычислительной техники в целях моделирования,</i>	<i>Плохо владеет навыками использования математических методов и современной вычислительной техники в целях моделирования</i>	<i>Не владеет навыками использования математических методов и современной вычислительной техники в целях моделирования</i>

			<i>ия</i>	<i>допускает незначительные ошибки</i>	<i>ния, допускает много ошибок</i>	
	ОПК- 1.2	<i>Знать:</i>				
		<i>Базовые понятия математического (компьютерного) моделирования и постановки вычислительного эксперимента</i>	<i>В полном объеме знает базовые понятия математического (компьютерного) моделирования и постановки вычислительного эксперимента</i>	<i>Знает базовые понятия математического (компьютерного) моделирования и постановки вычислительного эксперимента, допускает незначительные ошибки</i>	<i>Плохо знает базовые понятия математического (компьютерного) моделирования и постановки вычислительного эксперимента, допускает много ошибок</i>	<i>Не знает базовые понятия математического (компьютерного) моделирования и постановки вычислительного эксперимента</i>
		<i>Основные пакеты прикладных программ для решения задач математического моделирования</i>	<i>В полном объеме знает основные пакеты прикладных программ для решения задач математического (компьютерного) моделирования</i>	<i>Знает основные пакеты прикладных программ для решения задач математического (компьютерного) моделирования, допускает незначительные ошибки</i>	<i>Плохо знает основные пакеты прикладных программ для решения задач математического (компьютерного) моделирования, допускает много ошибок</i>	<i>Не знает основные пакеты прикладных программ для решения задач математического (компьютерного) моделирования</i>
		<i>Уметь:</i>				
		<i>Планировать постановку вычислительного эксперимента</i>	<i>Умеет грамотно планировать постановку вычислительного эксперимента</i>	<i>Умеет планировать постановку вычислительного эксперимента, допускает незначительные ошибки</i>	<i>Плохо умеет планировать постановку вычислительного эксперимента, допускает много ошибок</i>	<i>Не умеет планировать постановку вычислительного эксперимента</i>

				ьны е ошибки	допускает много ошибок	
		Выполнять расчет оптимального состава эффективных строительных материалов	В полном объеме умеет проводить расчет оптимально го состава эффективн ых строительн ых материалов	Умеет проводить расчет оптимальн ого состава эффективн ых строитель ных материало в, допускает незначител ьны е ошибки	Плохо умеет проводить расчет оптимальн ого состава эффективн ых строитель ных материало в, допускает много ошибок	Не умеет проводить расчет оптимальн ого состава эффективн ых строитель ных материало в
		Производить расчет распространения упругих волн в материалах для целей диагностики; проводить расчет оптимального соотношения	В полном объеме умеет производить расчет распростра нения упругих волн в материалах для целей диагностики ; проводить расчет оптимально го соотношени я	Умеет производи ть расчет распротр анения упругих волн в материала х для целей диагности ки; проводить расчет оптимальн ого соотношен ия, допускает незначител ьны е ошибки	Плохо умеет производи ть расчет распротр анения упругих волн в материала х для целей диагности ки; проводить расчет оптимальн ого соотношен ия, допускает много ошибок	Не умеет производи ть расчет распротр анения упругих волн в материала х для целей диагности ки; проводить расчет оптимальн ого соотношен ия
		Составлять математические модели деталей (изделий) и конструкций, оценивать прочность деталей (изделий) и конструкций при проведении проектных и конструкторских работ	В полном объеме умеет составлять математиче ские модели деталей (изделий) и конструкций , оценивать прочность деталей (изделий) и	Умеет составлят ь математи ческие модели деталей (изделий) и конструкц ий, оценивать прочность деталей	Плохо умеет составлят ь математи ческие модели деталей (изделий) и конструкц ий, оценивать прочность	Не умеет составлят ь математи ческие модели деталей (изделий) и конструкц ий, оценивать прочность деталей

			конструкций при проведении проектных и конструкторских работ	(изделий) и конструкций при проведении проектных и конструкторских работ, допускает незначительные ошибки	деталей (изделий) и конструкций при проведении проектных и конструкторских работ, допускает много ошибок	(изделий) и конструкций при проведении проектных и конструкторских работ
		<i>Владеть:</i>				
		<p>Навыками верификации численных методов решения фундаментальных и прикладных задач (в том числе в части математического моделирования работы конструкций) и анализа точности и корректности решений, получаемых с использованием созданного программно-алгоритмического обеспечения</p>	<p>В полном объеме владеет навыками верификации численных методов решения фундаментальных и прикладных задач (в том числе в части математического моделирования работы конструкций) и анализа точности и корректности решений, получаемых с использованием созданного программно-алгоритмического обеспечения</p>	<p>Владеет навыками верификации численных методов решения фундаментальных и прикладных задач (в том числе в части математического моделирования работы конструкций) и анализа точности и корректности решений, получаемых с использованием созданного программно-алгоритмического обеспечения, допускает</p>	<p>Плохо владеет навыками верификации численных методов решения фундаментальных и прикладных задач (в том числе в части математического моделирования работы конструкций) и анализа точности и корректности решений, получаемых с использованием созданного программно-алгоритмического обеспечения</p>	<p>Не владеет навыками верификации численных методов решения фундаментальных и прикладных задач (в том числе в части математического моделирования работы конструкций) и анализа точности и корректности решений, получаемых с использованием созданного программно-алгоритмического обеспечения</p>

				незначительные ошибки	допускает много ошибок	
		<p>Навыками эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения, включая базы и банки данных и методы их оптимизации</p>	<p>В полном объеме владеет навыками эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения, включая базы и банки данных и методы их оптимизации</p>	<p>Владеет навыками эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения, включая базы и банки данных и методы их оптимизации, допускает незначительные ошибки</p>	<p>Плохо владеет навыками эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения, включая базы и банки данных и методы их оптимизации, допускает много ошибок</p>	<p>Не владеет навыками эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения, включая базы и банки данных и методы их оптимизации</p>
		<p>Навыками анализа, интерпретации, представления и применения результатов решения фундаментальных и прикладных задач</p>	<p>В полном объеме владеет умением анализа, интерпретации, представления и применения результатов решения фундаментальных и прикладных задач</p>	<p>Владеет умением анализа, интерпретации, представления и применения результатов решения фундаментальных и прикладных задач, допускает незначительные ошибки</p>	<p>Плохо владеет умением анализа, интерпретации, представления и применения результатов решения фундаментальных и прикладных задач, допускает много ошибок</p>	<p>Не владеет умением анализа, интерпретации, представления и применения результатов решения фундаментальных и прикладных задач</p>
	ОПК-1.3	Знать:				
		<p>Постановки, теоретические основы и приложения адекватных</p>	<p>В полном объеме знает постановки, теоретические</p>	<p>Знает постановки, теоретические</p>	<p>Плохо знает постановки, теоретические</p>	<p>Не знает постановки, теоретические</p>

	<p>методы решения профессиональных задач технологии верификации математических и компьютерных моделей</p>	<p>кие основы и приложения адекватных методы решения профессиональных задач технологии верификации математических и компьютерных моделей</p>	<p>основы и приложения адекватных методы решения профессиональных задач технологии верификации математических и компьютерных моделей, допускает незначительные ошибки.</p>	<p>ские основы и приложения адекватных методы решения профессиональных задач технологии верификации математических и компьютерных моделей, допускает много ошибок.</p>	<p>основы и приложения адекватных методы решения профессиональных задач технологии верификации математических и компьютерных моделей</p>
	<p>Основные направления исследований, актуальные проблемы и приоритетные задачи математического (компьютерного) моделирования</p>	<p>В полном объеме знает основные направления исследований, актуальные проблемы и приоритетные задачи математического (компьютерного) моделирования</p>	<p>Знает основные направления исследований, актуальные проблемы и приоритетные задачи математического (компьютерного) моделирования, допускает незначительные ошибки</p>	<p>Плохо знает основные направления исследований, актуальные проблемы и приоритетные задачи математического (компьютерного) моделирования, допускает много ошибок</p>	<p>Не знает основные направления исследований, актуальные проблемы и приоритетные задачи математического (компьютерного) моделирования</p>
	<p>Уметь:</p>				
	<p>Выбирать наиболее эффективные пути построения адекватной математической модели исследуемого процесса</p>	<p>В полном объеме умеет выбирать наиболее эффективные пути построения адекватной математической модели</p>	<p>Умеет выбирать наиболее эффективные пути построения адекватной математической</p>	<p>Плохо умеет выбирать наиболее эффективные пути построения адекватной математической</p>	<p>Не умеет выбирать наиболее эффективные пути построения адекватной математической</p>

			<i>исследуемого процесса</i>	<i>модели исследуемого процесса, допускает незначительные ошибки</i>	<i>ческой модели исследуемого процесса, допускает много ошибок</i>	<i>модели исследуемого процесса</i>
		<i>Интерпретировать результаты моделирования</i>	<i>В полном объеме умеет интерпретировать результаты моделирования</i>	<i>Умеет интерпретировать результаты моделирования, допускает незначительные ошибки</i>	<i>Плохо умеет интерпретировать результаты моделирования, допускает много ошибок</i>	<i>Не умеет интерпретировать результаты моделирования</i>
		<i>Владеть:</i>				
		<i>Разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, моделей инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием новых научных достижений</i>	<i>В полном объеме владеет разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, моделей инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием новых научных достижений</i>	<i>Владеет разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, моделей инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием новых научных достижений, допускает незначительные ошибки</i>	<i>Плохо владеет разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, моделей инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием новых научных достижений, допускает много ошибок</i>	<i>Не владеет разработкой методов и программных средств расчета объекта проектирования, моделей инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием новых научных достижений</i>

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 «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» 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 экз. в библиотеке КГЭУ
1	Осика Л.К.	Инжиниринг объектов интеллектуальной энергетической системы. Проектирование. Строительство. Бизнес и управление	учебное пособие для вузов	М. : Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012574.html	1
2	Горлач Б.А. Шахов В.Г.	Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация	учебное пособие для вузов	СПб. : Лань	2021	https://e.lanbook.com/book/169100	1
3	Пен Р. З., Пен В. Р.	Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов	учебное пособие для вузов	СПб. : Лань	2020	https://e.lanbook.com/book/142356	1
4	Алпатов Ю.Н.	Математическое моделирование производственных процессов	учебное пособие для вузов	СПб. : Лань	2021	https://e.lanbook.com/book/169192	1

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экз. в библиотеке КГЭУ
1	Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В.	Вычислительные методы	учебное пособие	СПб. : Лань	2021	https://e.lanbook.com/book/168619	1
2	Старолето в С. М.	Основы тестирования и верификации программного	учебное пособие	СПб.: Лань	2020	https://e.lanbook.com/book/138181	1

		обеспечения					
3	Зубкова Т. М.	Технология разработки программно го обеспечения	учебное пособие для вузов	СПб.: Лань	2019	https://e.lanbook.com/book/122176	1

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
5	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Единая система конструкторской документации	www.eskd.ru	логин-пароль
2	Система проектной документации в строительстве	www.tehlit.ru	логин-пароль

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://consultant.ru	логин-пароль
2	Справочно-правовая система по законодательству РФ	http://garant.ru	логин-пароль

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	1. Windows 7 Профессиональная (Pro)	лицензионное	Договор №2011.25486 от 28.11.2011, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно
2	2. Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	лицензионное	Договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно

3	LMS Moodle	свободно	Свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл.право, срок действия лицензии - бессрочно
4	Браузер Chrome	свободно	Свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл.право, срок действия лицензии - 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	Помещение для проведения занятий лекционного типа,	Доска аудиторная, экран, информационная стойка, столы для демонстрационных образцов (3 шт.), шкаф для образцов, образец дымоходной конструкции, проектор мультимедийный (потолочный), демонстрационные образцы теплоизоляционных конструкций (6 шт.), образцы изоляционных материалов (10 шт.), ноутбук
2	Практические занятия	Помещение для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	Доска аудиторная, на штативе, проектор, компьютер в комплекте с монитором (8 шт.)
3	Самостоятельная работа обучающихся	Помещение для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	Доска аудиторная, на штативе, проектор, компьютер в комплекте с монитором (8 шт.)
		Читальный зал для самостоятельной работы обучающихся	Моноблок (36 шт.), телевизор (2 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 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. 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 и др. материала, предусмотренного дисциплиной, 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;
- преподаватель представляется обучающимся, каждый раз называется тот, к кому преподаватель обращается;
- действия, жесты, перемещения преподавателя 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).

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.

Лист внесения 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 _____

Подпись, дата

И.О. Фамилия

Программа одобрена методическим советом института _____

«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____

Подпись, дата

И.О. Фамилия

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____

Подпись, дата

И.О. Фамилия

Для заочного обучения

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 12,5 час 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) – 1 час., самостоятельная работа обучающегося 91,5 часов, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	12,5	12,5
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Практические занятия (Пр)	4	4
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	91,5	91,5
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет с оценкой)	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	3.0	3.0.