

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 03.06.2025 15:42:20
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт	Магистратура
Кафедра	Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методология моделирования и решения прикладных задач механики сплошных сред и теплообмена

Уровень образования	магистратура
Направление подготовки	20.04.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль)	Моделирование техносферных процессов и систем
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	2 года
Форма(-ы) обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Методология моделирования и решения прикладных задач механики сплошных сред и теплообмена» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г.

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины/учебного модуля:

1. Зав. кафедрой О. И. Седяров
2. Доцент Е. С. Бородина

Заведующий кафедрой: О. И. Седяров

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Методология моделирования и решения прикладных задач механики сплошных сред и тепломассообмена» изучается во втором семестре.

Курсовая работа – предусмотрена во 2 семестре

1.1. Форма промежуточной аттестации:

экзамен

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Методология моделирования и решения прикладных задач механики сплошных сред и тепломассообмена» относится к обязательной части программы.

Изучение дисциплины опирается на результаты освоения образовательной программы предыдущего уровня.

Основой для освоения дисциплины/модуля являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Информационное обеспечение экологического анализа проектов и технологий;
- Производственная практика. Научно-исследовательская работа 1.

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Прогнозирование и оценка последствий негативного воздействия на окружающую среду;
- Имитационное моделирование

Результаты освоения учебной дисциплины/учебного модуля в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Целями изучения дисциплины «Методология моделирования и решения прикладных задач механики сплошных сред и тепломассообмена» являются

- изучение способов решения задач, связанных с тепломассообменом и механикой сплошных сред, методами моделирования, в том числе с применением специализированного программного обеспечения;
- формирование навыков научно-теоретического подхода к решению задач профессиональной направленности и практического их использования в дальнейшей профессиональной деятельности;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине/модулю;

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1.Способен самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы	ИД-ОПК-1.1 Применение математических и естественнонаучных знаний для решения задач профессиональной деятельности	– Применяет основные принципы математического моделирования, методы представления, сравнения, использования известных решений. – Применяет знания в области техносферной безопасности при построении моделей процессов и систем. – Планирует вычислительный эксперимент. – Разрабатывает рабочую модель процесса теплообмена и МСС, определяет необходимые допущения и границы применимости модели – Применяет современные пакеты прикладных программ, в том числе с открытым исходным кодом, для моделирования процессов теплообмена и МСС
ПК-1 Способен ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области, проводить обработку, анализ и теоретическое обобщение научно-технической информации и результатов исследований	ИД-ПК-1.1 Планирование и проведение экспериментальных исследований; ИД-ПК-1.2 Идентификация процессов и разработка их рабочих моделей, определение допущений и границ применимости модели, машинное моделирование изучаемых процессов. ИД-ПК-1.3 Теоретическое обобщение научных данных и результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследования, математическое описание экспериментальных данных и определение их физической сущности	– Математически описывает процессы и экспериментальные данные для построения математической и компьютерной модели – Анализирует полученные в результате моделирования данные, на их основе составляет прогнозы развития ситуации, обосновывает применение конкретных технических мероприятий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины/модуля по учебному плану составляет:

<i>по очной форме обучения –</i>	6	з.е.	216	час.
----------------------------------	---	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по видам занятий (*очная форма обучения*)

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/курсовый проект	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
1 семестр	экзамен, курсовая работа	192		45				123	24
Всего:	экзамен, курсовая работа	192		45				123	24

3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы час	Практическая подготовка, час		
	Второй семестр						
ОПК-1: ИД-ОПК-1.1	Раздел I. Основы моделирования и решения задач МСС и ТМО	х	х	х	х	35	Формы текущего контроля по разделу I: 1. Коллоквиум 2. Тестирование №1
	Практическое занятие № 1.1 Основные положения теории МСС и ТМО.		4			х	
	Практическое занятие № 1.2 Рассмотрение характерных задач МСС		4			х	
	Практическое занятие № 1.3 Рассмотрение характерных задач ТМО.		4			х	
ПК-1: ИД-ПК-1.1 ИД-ПК-1.2	Раздел II. Классификация задач МСС и ТМО	х	х	х	х	35	Формы текущего контроля по разделу II: Тестирование №2 Письменный отчет с результатами выполненных экспериментально- практических заданий
	Практическое занятие № 2.1 Основные принципы решения задач МСС и ТМО.		4			х	
	Практическое занятие № 2.2 Обзор программ для создания моделей объекта решения. Создание модели		5				
	Практическое занятие № 2.2 Обзор программ для создания рабочей сетки для расчета задачи. Создание сетки.		6			х	
ПК-1: ИД-ПК-1.1 ИД-ПК-1.2 ИД-ПК-1.3	Раздел III. Частные случаи решения задач МСС и ТМО					35	Формы текущего контроля по разделу III: Письменный отчет с результатами выполненных экспериментально- практических заданий
	Практическое занятие № 3.1 Обзор программ для решения и визуализации решения задач МСС и ТМО. Решение задачи посредством пакета OpenFOAM.		6				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы час	Практическая подготовка, час		
	Практическое занятие № 3.2 Моделирование внутренних течений. Моделирование внешних задач.		6				
	Практическое занятие № 3.3 Обзор программ для оптимизации и дальнейшее использование полученных данных.		6				
ОПК-1: ИД-ОПК-1.1 ПК-1: ИД-ПК-1.1 ИД-ПК-1.2 ИД-ПК-1.3	Выполнение курсовой работы	x	x	x	x	18	защита курсовой работы
	Экзамен	x	x	x	x	24	экзамен по билетам
	ИТОГО за второй семестр		45			147	
	ИТОГО за весь период		45			147	

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел I	<i>Основы моделирования и решения задач МСС и ТМО</i>	
Практическое занятие 1.1	Основные положения теории МСС и ТМО.	Численные методы решения уравнений математической физики. Основные понятия теории разностных схем. Аппроксимация, сходимость, устойчивость, точность, эффективность, консервативность, диффузия, дисперсия
Практическое занятие 1.2	Рассмотрение характерных задач МСС	Теория гидродинамических процессов. Модели турбулентности. Течение жидкости в трубах. Потери давления на гидравлических сопротивлениях. Двухфазное турбулентное течение.
Практическое занятие 1.3	Рассмотрение характерных задач ТМО	Теория тепловых процессов. Стационарная теплопроводность с выделением тепла; стационарная теплопроводность со сложными граничными условиями. Моделирование процессов естественной конвекции.
Раздел II	<i>Классификация задач МСС и ТМО</i>	
Практическое занятие 2.1	Основные принципы решения задач МСС и ТМО.	Постановка граничных условий. Численные методы гидромеханики несжимаемой жидкости и теплообмена
Практическое занятие 2.2	Обзор программ для создания моделей объекта решения. Создание модели.	Постановка граничных условий. Виды начальных и граничных условий и их задание в пакетах прикладных программ для компьютерного моделирования
Практическое занятие 2.3	Обзор программ для создания рабочей сетки для расчета задачи. Создание сетки.	Представление данных и вычислительные сетки, типы расчетных сеток, методы генерации расчетных сеток (алгебраические методы, методы, использующие решение дифференциальных уравнений в частных производных) Типы и свойства сетки. Основы построения расчетной сетки в пакетах прикладных программ
Раздел III	<i>Частные случаи решения задач МСС и ТМО</i>	
Практическое занятие 3.1	Обзор программ для решения и визуализации решения задач МСС и ТМО. Решение задачи посредством пакета OpenFOAM	Моделирование обтекания тела потоком вязкой несжимаемой жидкости с использованием пакетов прикладных программ Моделирование внутренней гидродинамики аппаратов с использованием пакетов прикладных программ Основные этапы моделирования процессов теплопереноса в пакетах прикладных программ
Практическое занятие 3.2	Моделирование внутренних течений. Моделирование внешних задач.	Создание модели кожухотрубного теплообменника с использованием пакетов прикладных программ Моделирование течения жидкости в трубе с использованием пакетов прикладных программ Создание модели естественной конвекции с использованием пакетов прикладных программ Решение вопросов моделирования двухфазного турбулентного течения с использованием пакетов прикладных программ
Практическое занятие 3.3	Обзор программ для оптимизации и дальнейшего использования полученных данных	Современные программные средства научной визуализации и обработки результатов вычислительных экспериментов

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- *подготовку к практическим занятиям, экзамену;*
- *изучение учебных пособий;*
- *изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;*
- *изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;*
- *подготовка рефератов;*
- *выполнение курсовой работы;*
- *подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;*

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- *проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;*
- *проведение консультаций перед экзаменом*

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

№ пп	Наименование раздела /темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение	Задания для самостоятельной работы	Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля)	Трудоемкость, час
Раздел I	<i>Основы моделирования и решения задач МСС и ТМО</i>			
Тема 1.1	Основные положения теории МСС и ТМО.	<i>Изучить</i> теоретический материал (по рекомендованной учебной и научной литературе). <i>Подготовиться</i> к практическим работам.	<i>устное собеседование по результатам выполненной работы</i>	12
Тема 1.2	Рассмотрение характерных задач МСС			12
Тема 1.3	Рассмотрение характерных задач ТМО			11

Раздел II	Классификация задач МСС и ТМО			
Тема 2.1	Основные принципы решения задач МСС и ТМО.	Изучить теоретический материал (по рекомендованной учебной и научной литературе). Подготовиться к практическим работам.	устное собеседование по результатам выполненной работы	12
Тема 2.2	Обзор программ для создания моделей объекта решения. Создание модели.			12
Тема 2.3	Обзор программ для создания рабочей сетки для расчета задачи. Создание сетки.			11
Раздел III	Частные случаи решения задач МСС и ТМО			
Тема 3.1	Обзор программ для решения и визуализации решения задач МСС и ТМО. Решение задачи посредством пакета OpenFOAM	Изучить теоретический материал (по рекомендованной учебной и научной литературе). Подготовиться к практическим работам. Решение конкретных задач моделирования	Выполнение курсовой работы	12
Тема 3.2	Моделирование производственных процессов. Моделирование внешних задач.			12
Тема 3.3	Обзор программ для оптимизации и дальнейшее использование полученных данных			11

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Учебная деятельность частично проводится на онлайн-платформе за счет применения учебно-методических электронных образовательных ресурсов:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
обучение с веб-поддержкой	учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 1 категории		организация самостоятельной работы обучающихся

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ/МОДУЛЮ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальной(-ых) компетенции(-й)	общепрофессиональной(-ых) компетенций	профессиональной(-ых) компетенции(-й)
				ОПК-1: ИД-ОПК-1.1	ПК-1: ИД-ПК-1.1 ИД-ПК-1.2 ИД-ПК-1.3
высокий	85 – 100	отлично/ зачтено (отлично)/ зачтено		Обучающийся: – исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения; – свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; – Математически описывает процессы и экспериментальные данные для построения математической и компьютерной модели – Грамотно применяет знания в области техносферной	Обучающийся: – Применяет основные принципы математического моделирования, методы представления, сравнения, использования известных решений. – Планирует вычислительный эксперимент. – Разрабатывает рабочую модель процесса теплообмена и МСС, определяет необходимые допущения и границы применимости модели – Применяет современные пакеты прикладных программ, в том числе с открытым исходным кодом, для моделирования процессов теплообмена и МСС – Анализирует полученные в результате моделирования

				безопасности при построении моделей процессов и систем – дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.	данные, на их основе составляет прогнозы развития ситуации, обосновывает применение конкретных технических мероприятий
повышенный	65 – 84	хорошо/ зачтено (хорошо)/ зачтено	–	НАПРИМЕР: Обучающийся: – достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; – Умеет математически описывать процессы и экспериментальные данные для построения математической и компьютерной модели, допуская небольшие неточности – Применяет знания в области техносферной безопасности при построении моделей процессов и систем – допускает единичные негрубые ошибки; – достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; – ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.	Обучающийся: – Применяет основные принципы математического моделирования – Умеет планировать вычислительный эксперимент. – Разрабатывает рабочую модель процесса теплообмена и МСС, определяет необходимые допущения – Применяет современные пакеты прикладных программ, в том числе с открытым исходным кодом, для моделирования процессов теплообмена и МСС – Анализирует полученные в результате моделирования данные, на их основе составляет прогнозы развития ситуации
базовый	41 – 64	удовлетворительно/ зачтено (удовлетворительно)/		Обучающийся: – демонстрирует теоретические знания основного учебного	Обучающийся: – Знает основные принципы математического

		зачтено		материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; – демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине; – ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.	моделирования, методы представления, сравнения, использования известных решений. – Знает теоретические основы планирования вычислительного эксперимент, но не может грамотно применить их на практике – Знает современные пакеты прикладных программ, в том числе с открытым исходным кодом, для моделирования процессов тепломассообмена и МСС – Знает основы анализа полученных данных
низкий	0 – 40	неудовлетворительно/ не зачтено	Обучающийся: – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; – ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.		

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Методология моделирования и решения прикладных задач механики сплошных сред и теплообмена» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю), указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемые компетенции
1	Коллоквиум по теме Основы моделирования и решения задач МСС и ТМО	Вариант 1 - Особенности вычислительной гидромеханики. - Сравнительная оценка различных методов решения задач гидродинамики (эксперимент, теория, численные методы). Вариант 2 - Модельные уравнения для уравнений гидродинамики - Расчёт распределения температуры в поперечном сечении длинного цилиндра Вариант 3 - Способ аппроксимации значения вихря на твердых стенках при решении двумерных уравнений Навье-Стокса в переменных функция тока и вихрь Расчёт распределения температуры в поперечном сечении длинного цилиндра - Расчёт распределения температуры в теле с учётом конвекции и излучения	ОПК-1: ИД-ОПК-1.1 ПК-1: ИД-ПК-1.1 ИД-ПК-1.2 ИД-ПК-1.3
2	Тест №1 по разделу «Основы моделирования и решения задач МСС и ТМО»	Вариант 1 - В основе какого метода лежит идея графического построения решения дифференциального уравнения, однако этот метод дает одновременно и способ нахождения искомой функции в численной форме? А) Метод Лагранжа Б) Метод границ В) Метод Коши Г) Метод Эйлера - Формула Рунге-Кутты это: А) $y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(r_1 + 2r_2 + 2r_3 + r_4)$	ОПК-1: ИД-ОПК-1.1

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемые компетенции
		Б) $y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(r_1 + 3r_2 + 4r_3 + r_4)$ В) $y_{i+1} = y_i + \frac{1}{9}(2r_1 + 2r_2 + 2r_3 + r_4)$ Г) $y_{i-1} = y_i + \frac{1}{6}(r_1 + 2r_2 + 2r_3 + r_4)$ 3. Что является решением дифференциального уравнения? А) Уравнение первого порядка Б) Уравнение первого порядка, разрешенное относительно производной В) Уравнение второго порядка Г) Уравнение второго порядка, разрешенное относительно производной Вариант 2 Какой из методов называют методом касательных? 1. метод Ньютона 2. метода Флетчера-Ривса 3. метод Зейделя 4. метод квадратного корня Для каких систем линейных алгебраических уравнений пригоден метод квадратного корня? 1. для систем с симметричной матрицей 2. для систем с несимметричной матрицей Какой из перечисленных методов не относится к прямым методам решения систем линейных алгебраических уравнений? 1. метод Ньютона 2. метода Флетчера-Ривса 3. метод Зейделя 4. метод квадратного корня	
3	Тест №2 по разделу «Классификация задач МСС и ТМО»	Вариант 1 Сетка создается на этапе: 1. Предобработки 2. Расчета 3. Оптимизации Модель отражает: 1. все существующие признаки объектов	ОПК-1: ИД-ОПК-1.1

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемые компетенции
		2. существенные признаки в соответствии с целью моделирования 3. все существующие признаки объектов Преобразование данных для последующей работы ведется на этапе: 1. Предобработки 2. Расчета 3. Оптимизации Вариант 2 Визуализация данных производится на этапе: 1. Предобработки 2. Расчета 3. Постобработки Математические модели относятся к классу: 1. Прагматических моделей 2. Познавательных моделей 3. Символических моделей Адекватность математической модели и объекта это: 1. Правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования 2. Полнота отображения объекта моделирования 3. Объективность результата моделирования Вариант 3 Погрешность модели связана с 1. Несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима 2. Неадекватностью модели 3. Неэффективностью модели Основная функция модели это: 1. Получить информацию о моделируемом объекте 2. Отобразить некоторые характеристические признаки объекта 3. Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта Какие задачи можно решать с помощью СПО 1. Моделирование турбулентных течений; 2. Решение сопряженных задачи теплообмена; 3. Оба варианта.	

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Коллоквиум	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает	15 - 20 баллов	5
	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения дисциплины; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, но допускает несущественные неточности в определениях.	10 - 14 баллов	4
	Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос (вопросы), но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Обучающийся владеет знаниями только по основному материалу, но не знает отдельных деталей и особенностей, допускает неточности и испытывает затруднения с формулировкой определений.	6 - 9 баллов	3
	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы.	2 - 5 баллов	2
	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0 баллов	

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания		
		100-балльная система	Пятибалльная система	
	Не принимал участия в коллоквиуме.	0 баллов		
Тест №1, Тест №2	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставаются баллы. Номинальная шкала предполагает, что за правильный ответ к каждому заданию выставается балл, за не правильный — ноль. В соответствии с номинальной шкалой, оценивается всё задание в целом, а не какая-либо из его частей. Тест состоит из 10 вопросов	8 – 10 баллов	5	85% - 100%
		6 – 7 баллов	4	65% - 84%
		4 – 5 баллов	3	41% - 64%
		0 – 3 баллов	2	40% и менее 40%

5.4. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:	Формируемая компетенция
Экзамен: в устной форме по билетам	<i>Билет 1</i> 1. Понятие модели, свойства модели 2. Понятие об аппроксимации разностных схем. Приведите примеры аппроксимации некоторых схем 3. Практическое задание <i>Билет 2</i> 1. Программное обеспечение для решения задач МСС и ТМО 2. Уравнения Навье-Стокса. Приведите примеры задания граничных условий для этих уравнений при решении различных задач 3. Практическое задание <i>Билет 3</i> 1. Решатели. Виды решателей 2. Сходимость разностной схемы. Основная теорема о сходимости 3. Практическое задание	<i>ОПК-1:</i> ИД-ОПК-1.1 <i>ПК-1:</i> ИД-ПК-1.1 ИД-ПК-1.2 ИД-ПК-1.3

5.5. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
экзамен в устной форме по билетам	Обучающийся: – демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; – свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию; – способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета;	24 -30 баллов	5

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	– логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.		
	Обучающийся: – показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; – недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; – недостаточно логично построено изложение вопроса; – успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, – демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.	12 – 23 баллов	4
	Обучающийся: – показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; – не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые;	6 – 11 баллов	3

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	– справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.		
	Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.	0 – 5 баллов	2

5.6. Примерные темы курсовой работы:

1. Моделирование ветрового режима территории плотной городской застройки (на примере конкретного микрорайона города)
2. Моделирование ветрового режима территории со сложным рельефом местности (на примере конкретной территории)
3. Моделирование внешней аэродинамики кварталов высотной городской застройки
4. Моделирование внутренней гидродинамики технологических аппаратов
5. Моделирование течений со свободной поверхностью
6. Моделирование многофазных течений

5.7. Критерии, шкалы оценивания курсовой работы/курсового проекта

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
защита курсовой работы	– работа выполнена самостоятельно, носит творческий характер, возможно содержание элементов научной новизны;	24 -30 баллов	5

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	– собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников; – при написании и защите работы продемонстрированы: высокий уровень сформированности общепрофессиональных и профессиональных компетенций, теоретические знания и наличие практических навыков; – работа правильно оформлена и своевременно представлена на кафедру, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ; – на защите освещены все вопросы исследования, ответы на вопросы профессиональные, грамотные, исчерпывающие, результаты исследования подкреплены статистическими критериями;		
	– тема работы раскрыта, однако выводы и рекомендации не всегда оригинальны и / или не имеют практической значимости, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы; – собран, обобщен и проанализирован необходимый объем профессиональной литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы и обоснованы практические рекомендации; – при написании и защите работы продемонстрирован: средний уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков; – работа своевременно представлена на кафедру, есть отдельные недостатки в ее оформлении; – в процессе защиты работы были даны неполные ответы на вопросы;	12 – 23 баллов	4
	– тема работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы; – в работе недостаточно полно была использована профессиональная литература, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы;	6 – 11 баллов	3

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	– при написании и защите работы продемонстрирован удовлетворительный уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков; – работа своевременно представлена на кафедру, однако не в полном объеме по содержанию и / или оформлению соответствует предъявляемым требованиям; – в процессе защиты недостаточно полно изложены основные положения работы, ответы на вопросы даны неполные;		
	– содержание работы не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования; – работа не оригинальна, основана на компиляции публикаций по теме; – при написании и защите работы продемонстрирован неудовлетворительный уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций; – работа несвоевременно представлена на кафедру, не в полном объеме по содержанию и оформлению соответствует предъявляемым требованиям; – на защите показаны поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, даны неверные ответы на вопросы.	0 – 5 баллов	2

5.8. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль:		
- коллоквиум	0 - 20 баллов	2 – 5
- Тест №1	0 - 10 баллов	2 – 5
- Тест №2	0 - 10 баллов	2 – 5
- Курсовая работа	0 - 30 баллов	2 – 5
Промежуточная аттестация (экзамен)	0 - 30 баллов	отлично хорошо
Итого за дисциплину экзамен	0 - 100 баллов	удовлетворительно неудовлетворительно

Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

100-балльная система	пятибалльная система	
	зачет с оценкой/экзамен	зачет
85 – 100 баллов	отлично зачтено (отлично)	зачтено
65 – 84 баллов	хорошо зачтено (хорошо)	
41 – 64 баллов	удовлетворительно зачтено (удовлетворительно)	
0 – 40 баллов	неудовлетворительно	не зачтено

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии;
- разбор конкретных ситуаций

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении *практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.*

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
115419, г. Москва, ул. Донская, д. 39, стр. 4	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, по практической подготовке, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
Аудитория для самостоятельной работы студента, а. 6315	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»
119071, г. Москва, ул. М. Калужская, д. 1, стр. 3	
Читальный зал библиотеки	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1.	Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сошенко М.В.	Процессы и аппараты энергосберегающих технологий текстильных и химических предприятий.	Монография	М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина	2008		10
2.	Носов Г.А., Айнштейн В.Г. и др.	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: в 2-х книгах	Учебник	М. : Университетская книга; Логос ; Физматкнига	2003 2006		5
3.	Касаткин, А. Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии. -,	Учебное пособие	М.: Альянс	2005		10
4.	В.П. Тарасик	Математическое моделирование технических систем	Учебник	Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М	2020	https://znanium.com/catalog/document?id=346522	
5.	Н.Г. Чикуров	Моделирование систем и процессов	Учебное пособие	М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М	2019	https://znanium.com/catalog/document?id=355582	
6.	Демидович В.П. Марон И.А.	Основы вычислительной математики	УП	Спб.: Лань	2009		10
7.	Пантина И. В.	Вычислительная математика [Электронный ресурс] ISBN 978-5-4257-0064-3.	Учебник	М.: МФПУ Синергия	2012	https://znanium.com/catalog/document?id=227728	
8.	Кутателадзе, С. С., Леонтьев А. И.	Тепломассообмен и трение в турбулентном пограничном слое	Учебник	М.: Энергия	1972		5

10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В.	Вычислительные методы для инженеров	Учебник	М.: Высшая школа	1994		5
2.	Лыков, А. В.	Тепломассообмен	Учебник	М.: Энергия	1978		10
3.	И.В.Кудинов, В.А.Кудинов; Под ред. Э.М.Карташова.	Аналитические решения параболических и гиперболических уравнений тепломассопереноса	Учебное пособие	М.:НИЦ ИНФРА-М	2019	https://znanium.com/catalog/document?id=355626	5
4.	Мустейкис А.И., Юнаков Л.П.	Численное решение задач тепломассообмена. Часть 1. Теплопроводность	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2016	https://znanium.com/catalog/document?pid=544567	
5.	ВидинЮ.В., ЗлобинВ.С., ИвановВ.В. и др.	Инженерные методы расчета задач нелинейного теплообмена при ламинарном течении жидкости в каналах	монография	Краснояр.: СФУ	2015	https://znanium.com/catalog/document?id=91384	
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							
1	Седяров О. И., Бородин Е. С., Отрубянников Е. В., Гужавина Е. Н.	Моделирование технологических процессов и аппаратов с использованием свободного программного обеспечения. Препроцессинг	Учебное пособие	М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2022		5
2							
3							

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
3.	«ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru
4.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/
5.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
6.	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) http://нэб.рф/ Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г.
7.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://www.elibrary.ru/ Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.
8.	НЭИКОН http://www.neicon.ru/ Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013 г.
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	«Polpred.com Обзор СМИ» http://www.polpred.com Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.
2.	Scopus http://www.Scopus.com/ Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г.
3.	«SpringerNature» http://www.springernature.com/gp/librarians Платформа Springer Link: https://rd.springer.com/ Платформа Nature: https://www.nature.com/ Базаданных Springer Materials: http://materials.springer.com/ Базаданных Springer Protocols: http://www.springerprotocols.com/ База данных zbMath: https://zbmath.org/ База данных Nano: http://nano.nature.com/ Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г.
4.	http://arxiv.org — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике
5.	http://www.garant.ru/ - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации
6.	http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/ -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата

11.2 Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
22.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020
23.	Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
24.	Mathcad Education - University Edition Subscription	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
25.	CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows)	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
26.	Mathematica Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
27.	Network Server Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
28.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
29.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
30.	LibreOffice GNU Lesser General Public License	Свободно распространяемое
31.	ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2)	Свободно распространяемое
32.	Linux Ubuntu GNU GPL	Свободно распространяемое
33.	FDS-SMV free and open-source software	Свободно распространяемое
34.	AnyLogic Personal Learning Edition	Свободно распространяемое
35.	Helyx-OS GNU General Public License	Свободно распространяемое
36.	OpenFoam v.4.0 GNU General Public License	Свободно распространяемое
37.	DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия	Свободно распространяемое
38.	GNU Octave GNU General Public License	Свободно распространяемое

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ**

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры