|  |
| --- |
| 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 | химических технологий и промышленной экологии  |
| Кафедра | Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности  |

|  |
| --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА****УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** |
| **Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике** |
| Уровень образования | бакалавриат |
| Направление подготовки | 13.03.01 | Теплоэнергетика и теплотехника |
| Направленность (профиль) | Промышленная теплоэнергетика |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 5 лет |
| Форма(-ы) обучения | заочная |

|  |
| --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 14.06.2021 г. |
| Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины: |
|  | канд. техн. наук, доцент  | Е. С. Бородина  |
|  | д-р техн. наук, профессор | М. П. Тюрин |
| Заведующий кафедрой: | канд. техн. наук, доцент О. И. Седляров |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике» изучается на 5 курсе.
			2. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен(а)

## Форма промежуточной аттестации:

Пятый крус — экзамен

Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике» относится к обязательной части программы.
			2. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:
		- Физика,
		- Математика,
		- Теплофизика,
		- Техническая термодинамика
		- Тепломассобмен
		- Теория вероятности и статистика в экологии и теплоэнергетике
		- Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике
		- Информационные и коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
		- Метрология, стандартизация и сертификация
		- Введение в технику экспериментальных исследований / Основы эксперимента
			1. Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

* + - 1. Целями изучения дисциплины «Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике» являются:

− формирование научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и техники в России и за рубежом;

– изучение основ теории подобия и анализа размерностей;

− изучение методов и средств моделирования;

– формирование навыков основы обработки и анализа полученных экспериментальных данных;

– развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– приобретение современных научных взглядов, идей в ходе работы с различными источниками информации;

− использование при выполнении практических заданий методов сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, формулирование выводов для изучения различных сторон технологических процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере.

* + - формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине;
			1. 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.

## 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-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | ИД-ОПК-2.4 Решение задач моделирования технологических процессов и аппаратов | * Знает общие положения и понятия теории подобия и размерностей;
* Понимает основы обработки и анализа полученных экспериментальных данных.
* Проводит математическую обработку и анализ результатов эксперимента.
* Владеет методиками подбора и разработки физических и математических моделей исследуемых процессов и аппаратов;
* Владеет методами и методиками обработки их результатов с использованием информационных технологий.
* Использует современную вычислительную технику и специализированное программное обеспечение для анализа и обработки экспериментальных данных и моделирования технологических процессов и аппаратов
 |
| ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ИД-ОПК-4.3 Решение задач моделирования технологических процессов и аппаратов с использованием специализированного программного обеспечения |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *по очной форме обучения –*  | *3* | **з.е.** | *108* | **час.** |

## Структура учебной дисциплины 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/****курсовой проект** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| *Установочная сессия* |  | *36* | *6* | *6* | *6* |  |  | *18* |  |
| *Зимняя сессия* | Экзамен | *72* |  |  |  |  |  | *63* | *9* |
| Всего: | Экзамен | *108* | *6* | *6* | *6* |  |  | *81* | *9* |

* + - 1.

## Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (заочная 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** |
|  | **Пятый курс** |
| *ОПК-2**ИД-ОПК-2.4**ОПК-4**ИД-ОПК-4.3* | **Раздел I. Основы теории подобия и анализа размерностей** | х | х | х | х | 10 |  |
| Тема 1.1 Виды научных исследований, их классификация. |  |  |  |  | 2 | Формы текущего контроля по разделу I:1. Коллоквиум2. индивидуальные практические задания |
| Тема 1.2Основы теории подобия физических процессов. Практическое применение теории подобия | *2* |  |  |  |  |
| Тема 1.3 Метод анализа размерностей. Практическое применение теории размерностей | 2 |  |  |  |  |
| Тема 1.4Исследование принципов создания математических моделей |  |  |  |  | 4 |
| Практическое занятие № 1.1Освоение математических пакетов для обработки данных Octave Графическое отображение математических зависимостей  |  |  |  |  | 4 |
| Практическое занятий №1.2Линейная алгебра. Решение нелинейных уравнений Octave. |  | *2* |  |  |  |
| Практическое занятий №1.3Решение оптимизационных задач |  | *2* |  |  |  |
| Практическое занятий №1.4Обработка результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов |  | *2* |  |  |  |
| Лабораторная работа № 1.1Подбор коэффициентов функций, приводимых к линейным для описания экспериментальных данных |  |  | *2* |  |  |
| Лабораторная работа № 1.2Подбор функций для описания экспериментальных данных |  |  | *2* |  |  |
| Лабораторная работа № 1.3Обработка данных. Интерполяция и экстраполяция в Octave |  |  | *2* |  |  |
| *ОПК-2**ИД-ОПК-2.4**ОПК-4**ИД-ОПК-4.3* | **Раздел II. Математическое моделирование и идентификация моделей** | х | х | х | х | 8 |
| Тема 2.1Понятия математической модели. Метод наименьших квадратов (МНК) | 2 |  |  |  | 4 |
| Тема 2.2Гидравлические модели химико-технологических процессов |  |  |  |  | 4 |
| *ОПК-2**ИД-ОПК-2.4**ОПК-4**ИД-ОПК-4.3* | **Раздел III. Погрешности средств измерений** |  |  |  |  | *63* | Формы текущего контроля по разделу III:1. Контрольная работа |
| Тема 3.1Основные понятия и определения, классификация измерений Сравнительная оценка средств измерения |  |  |  |  | 21 |
| Тема 3.2Погрешности средств измерения и их классификация |  |  |  |  | 21 |
| Тема 3.3.Оценка ожидаемой погрешности экспериментальных исследований |  |  |  |  | 21 |
|  | *Экзамен* | х | х | х | х | 9 | Экзамен |
|  | **ИТОГО за 5 курс** | **6** | ***6*** | ***6*** |  | ***90*** |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **6** | **6** | **6** |  | **90** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| --- | --- | --- |
| **Раздел I. Основные теории подобия и анализа размерностей** |
| Тема 1.1 | Виды научных исследований, их классификация. | Виды научных исследований, их классификация. Основные цели и задачи экспериментальных исследований. Принципы создания физических и математических моделей |
| Тема 1.2 | Основы теории подобия физических процессов.  | Подобие физических явлений и систем. Метод масштабных преобразований. Основы теории подобия. Формы и константы подобия. Теоремы теории подобия. Определение критериев подобия из дифференциальных уравнений Научные основы физического моделирования.  |
| Тема 1.3 | Метод анализа размерностей | Основы теории размерностей. Алгебра размерностей. Понятие о безразмерных величинах. Понятие о зависимых и независимых размерностях. Образование безразмерных комплексов методом анализа размерностей. π-теорема Бэкингема. Практическое использование метода анализа размерностей в экспериментальных исследованиях |
| **Раздел II. Математическое моделирование в экспериментальных исследованиях** |
| Тема 2.1  | Понятия математической модели. Метод наименьших квадратов (МНК) | Математическое моделирование и идентификация моделей. Адаптивные и неадаптивные модели. Методы построения статистических моделей. Интерполяция. Аппроксимация. Основные понятия метода наименьших квадратов. Определение коэффициентов уравнения регрессии по методу наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов при исследовании линейных зависимостей. Метод наименьших квадратов при исследовании полиномиальных зависимостей. Выбор вида и определение параметров эмпирической монотонной зависимости в виде однопараметрической функции, приводимой к линейной. Оценка точности получаемых результатов. Доверительные интервалы и доверительная вероятность. Основы корреляционно-регрессионного анализа. |
| Тема 2.2 | Гидравлические модели химико-технологических процессов | Время пребывания элементов потока как случайная величина. Экспериментальное изучение распределения времени пребывания элементов потока. Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания элементов потока. Типовые модели структуры потоков. Модель идеального перемешивания. Модель идеального вытеснения. Однопараметрическая диффузионная модель. Ячеечная модель. |
| **Раздел II. Погрешности средств измерений** |
| Тема 3.1 | Основные понятия и определения, классификация измерений | Основные понятия и определения. Измерение. Классификация измерений. Прямое измерение. Косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения.  |
| Тема 3.2 | Погрешности средств измерения и их классификация | Классификация погрешностей измерения. Систематическая погрешность. Случайная погрешность. Грубая погрешность. Абсолютная погрешность. Относительная погрешность. Приведенная погрешность. Нормирование погрешностей средств измерения. |
| Тема 3.3 | Оценка ожидаемой погрешности экспериментальных исследований | Результат измерения. Доверительный интервал. Нормальное или гауссовское распределение. Выборочные дисперсия и среднеквадратичное отклонение. Выявление грубых погрешностей. Систематическая погрешность. Класс точности прибора. Расчет границы полосы погрешностей. Сложение случайной и систематической погрешностей. Полная погрешность измерения. Основы планирования точности измерений при подготовке эксперимента. Алгоритм обработки данных косвенных измерений методом переноса погрешностей. Алгоритм обработки данных косвенных измерений выборочным методом. |

## 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 лекциям, практическим и лабораторным занятиям, экзамену

изучение учебных пособий;

изучение разделов/тем, невыносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;

подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;

изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

подготовка к контрольным работам;

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 консультаций перед экзаменом по необходимости;

консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования.

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** | **Основные теории подобия и анализа размерностей** |
| Тема 1.1 | Виды научных исследований, их классификация. | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе.Подготовка к коллоквиуму. | устное собеседование по результатам выполненной работы, коллоквиуминдивидуальные практические задания | ***10*** |
| Тема 1.2 | Основы теории подобия физических процессов.  |
| Тема 1.3 | Метод анализа размерностей |
| **Раздел II** | **Математическое моделирование и идентификация моделей** |
| Тема 2.1  | Понятия математической модели. Метод наименьших квадратов (МНК) | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе.Подготовка к контрольной работе | устное собеседование по результатам выполненной работы, контрольная работаиндивидуальные практические задания | ***8*** |
| Тема 2.2 | Гидравлические модели химико-технологических процессов |  |
| **Раздел III.**  | **Погрешности средств измерений** |
| Тема 3.1 | Основные понятия и определения, классификация измерений | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе.Подготовка к контрольной работе. | устное собеседование по результатам выполненной работы, контрольная работа | ***63*** |
| Тема 3.2 | Погрешности средств измерения и их классификация |
| Тема 3.3 | Оценка ожидаемой погрешности экспериментальных исследований |

## 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 |
| учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 2 категории |  | в соответствии с расписанием текущей/промежуточной аттестации |

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

## 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-2**ИД-ОПК-2.4**ОПК-4**ИД-ОПК-4.3* |  |
| высокий | *85 – 100* | отлично |  | Обучающийся:* Знает в полном объёме в соответствии с программой обучения по данному курсу: общие положения и понятия теории подобия и размерностей, методологию и практику проведения инженерного эксперимента, методы и средства измерений параметров явлений и процессов в экспериментальных исследованиях, основы обработки и анализа полученных экспериментальных данных, методы машинного моделирования исследуемых процессов и явлений.
* Умеет уверенно идентифицировать процессы и подбирать их физические и математические модели повышенной сложности;
* Владеет навыками планирования экспериментальных исследований, проведения математической обработки и анализа повышенной сложности результатов эксперимента;
* Применяет информационные технологии при анализе и обработке экспериментальных данных и математических моделей исследуемых процессов и явлений.
* Владеет методиками подбора и разработки физических и математических моделей исследуемых процессов и аппаратов с их применением в нетипичных ситуациях;
 |
| повышенный | *65 – 84* | хорошо |  | Обучающийся:* Знает в достаточном объёме в соответствии с программой обучения по данному курсу: общие положения и понятия теории подобия и размерностей, методологию и практику проведения инженерного эксперимента, методы и средства измерений параметров явлений и процессов в экспериментальных исследованиях; основы обработки и анализа полученных экспериментальных данных, методы машинного моделирования исследуемых процессов и явлений.
* Умеет идентифицировать усложнённые процессы и подбирать их физические и математические модели;
* Планирует экспериментальные исследования, проводит первичную математическую обработку и анализ результатов эксперимента;
* Применяет информационные технологии при анализе и обработке экспериментальных данных и математических моделей исследуемых процессов и явлений.
* Владеет методиками подбора и разработки физических и математических моделей исследуемых процессов и аппаратов, но допускает незначительные ошибки;
 |
| базовый | *41 – 64* | удовлетворительно |  | Обучающийся:* Знает на удовлетворительном уровне общие типовые положения и понятия теории подобия и размерностей, методологию и практику проведения инженерного эксперимента, методы и средства измерений параметров явлений и процессов в экспериментальных исследованиях, первичные основы обработки и анализа полученных экспериментальных данных, начальные основы методов машинного моделирования исследуемых процессов и явлений, воспроизводить и объяснять пройденный учебный материал на удовлетворительном уровне.
* Умеет идентифицировать типовые процессы и подбирать их физические и математические модели;
* Проводит первичную математическую обработку и анализ результатов эксперимента;
* Применяет типовые информационные технологии при анализе и обработке экспериментальных данных и математических моделей исследуемых процессов и явлений.
* Владеет методиками подбора и разработки типовых физических и математических моделей исследуемых процессов и аппаратов, но отвечает неуверенно, допускает значительное количество ошибок
 |
| низкий | *0 – 40* | неудовлетворительно | Обучающийся:* демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала в области теории эксперимента, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;
* испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач 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.
 |

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

* + - 1. При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине*,* указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий**
 |
| --- | --- | --- |
|  | Коллоквиум по разделу I «Основные теории подобия и анализа размерностей» | Вариант 11. Основные критерии подобия в гидрогазодинамике.2. Критериальные уравнения подобия в гидрогазодинамике. |
|  | Контрольная работа по Разделу III «Погрешности средств измерений»  | Вариант 11. Что такое наблюдение и результат наблюдения?2. Что такое выборка и объем выборки?Вариант 21. Какие величины задаются произвольно экспериментатором в процессе расчета случайной погрешности?2. В каких случаях при обработке данных косвенных измерений применяют метод переноса погрешностей, а в каких – метод выборки? |
|  | Индивидуальные практические задания к лабораторным работам | Практическое занятие №1. Определить численно корни уравнения.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Функция | Вариант | Функция | Вариант | Функция |
| 1 |  | 2 |  | 3 |  |

Построить график функции f (x) и приблизительно определить один из корней уравнения. Решить уравнение f (x) = 0 с точностью ε = 10−4.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Функция | Вариант | Функция | Вариант | Функция |
| 1 |  | 2 |  | 3 |  |

Практическое занятие №2. 1.Решить систему линейных уравнений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Система линейных уравнений | Вариант | Система линейных уравнений |
| 1 |  | 2 |  |

2. Решить систему нелинейных уравнений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Система нелинейных уравнений | Вариант | Система нелинейных уравнений |
| 1 |  | 3 |  |
| 2 |  | 4 |  |

Практическое занятие № 3. 1. Вычислить определенный интеграл на отрезке [1; 2].

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Функция | Вариант | Функция | Вариант | Функция |
| 1 |  | 2 |  | 3 |  |

2. Найти производную. Построить графики функции и производной. Найти нули функции и точки экстремума.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Функция | Вариант | Функция | Вариант | Функция |
| 1 |  | 2 |  | 3 |  |

Практическое занятие № 4. Найти решение задачи Коши. Построить графики решений.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Функция | Вариант | Функция |
| 1 |  | 2 |  |

Лабораторная работа №1-21. Создайте таблицу экспериментальных данных:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Вариант* | *yi* | *[a, b]* |
| *1* | *2.86; 2.21; 2.96; 3.27; 3.58; 3.76; 3.93; 3.67; 3.90; 3.64; 4.09* | *[0, 1]* |
| *2* | *1.14; 1.02; 1.64; 1.64; 1.96; 2.17; 2.64; 3.25; 3.47; 3.89; 3.36* | *[-1, 1]* |
| *3* | *4.70; 4.64; 4.57; 4.45; 4.40; 4.34; 4.27; 4.37; 4.42; 4.50; 4.62* | *[2, 4]* |

*2.* Аппроксимировать многочленами 2-й и 6-й степени по методу наименьших квадратов функцию, заданную таблицей значений xi и yi и сравнить качество приближений. Построить графики многочленов и отметить узловые точки (xi, yi)3. Для приведенных в таблице экспериментальных данных (xi, yi) определить параметры линейной регрессии. Отобразить графически совокупность точек векторов x и y и результаты проведенной линейной регрессии.4. Аппроксимировать данные из векторов x и y полиномом 4-й степени. Отобразите графически результаты аппроксимации.Лабораторная работа №31. Аппроксимировать экспериментальные данные из таблицы значений xi и yi линейной комбинацией функций:f (x)=a1 f1(x)+a2 f2(x)+a3 f3(x).Отобразить графически совокупность точек векторов i x и i y и результаты проведенной линейной регрессии общего вида.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *f1(x)* | *f1(x)* | *f1(x)* |
| 1 | *ex* |  | sin *x* |
| 2 |  | *ex* | sin (3*x)* |
| 3 |  | *esinx* | *x* |

2. Аппроксимировать экспериментальные данные из таблицы значений xi и yi функцией вида: |

## 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 причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает |  12-15 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. | 9-11 балла | 4 |
| Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос (вопросы), но при этом показано умение выделить 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. | 6-8 балла | 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. | 0-5 баллов | 2 |
| Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины. | 0 баллов |  |
| Не принимал участия в коллоквиуме.  | 0 баллов |  |
| Контрольная работа 1 | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Выполнены все пункты задания. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. | 8-10 баллов | 5 |
| Работа выполнена полностью, но допущена одна ошибка или два-три недочета. | 6-7 баллов | 4 |
| Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. | 4-5 баллов | 3 |
| Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.  | 1-3 баллов | 2 |
| Работа не выполнена. | 0 баллов |  |
| Индивидуальные практические задания к лабораторным работам | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов и формул для решения при незначительных погрешностях в коде написания программы | 5 баллов | *5* |
| Продемонстрировано использование правильных методов и формул при решении задач при наличии существенных ошибок в 1 из них; | 4 баллов | *4* |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 3 баллов | *3* |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 2 баллов | *2* |
| Работа не выполнена. | 0 баллов |  |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы****для проведения промежуточной аттестации:** |
| Экзамен 5 год в устной форме по билетам | **Экзаменационный билет N 1**1. Ошибки и неопределенности эксперимента в целом.2. Практическое использование метода анализа размерностей.3. Понятия математической модели**Экзаменационный билет N 2**1. Критериальные уравнения подобия в гидрогазодинамике.2. Метрологические характеристики средств измерения.3. Детерминистские и стохастические модели.**Экзаменационный билет N 3**1. Потенциометрические схемы измерительных приборов.2. Методы определение коэффициента теплоотдачи.3. Основы теории размерностей. Понятие о безразмерных величинах. |

## 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.Распределение баллов по вопросам билета:1-й вопрос: 0 – 10баллов2-й вопрос: 0 – 10 баллов3-й вопрос (задача): 0 – 10 баллов | 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 дискуссию;
* способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, направлений по вопросу билета;
* логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;

Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. | 24 -30 баллов | 5зачтено |
| 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;

В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. | 12 – 23баллов | 4зачтено |
| 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.

Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. | 6 – 11баллов | 3зачтено |
| Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы.На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. | 0 – 5баллов | 2Не зачтено |

## 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:  |  |  |
| - Контрольная работа №1 | 0 - 10 баллов | 2 – 5  |
| - Коллоквиум | 0 - 15 баллов | 2 – 5  |
| - Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №1 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| - Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №2 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| - Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №3 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| - Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №4 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №5 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №6 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №7 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №8 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| Выполнение индивидуальных заданий лабораторной работы №9 | 0 – 5 баллов | 2 – 5  |
| Промежуточная аттестация экзамен  | 0 - 30 баллов | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительно |
| **Итого за семестр** экзамен  | 0 - 100 баллов |

* + - 1. Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

|  |  |
| --- | --- |
| **100-балльная система** | **пятибалльная система** |
| **экзамен** |
| 85 – 100баллов | отлично |
| 65 – 84баллов | хорошо |
| 41–64 баллов | удовлетворительно |
| 0 – 40баллов | неудовлетворительно |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
		- проблемная лекция;
		- разбор конкретных ситуаций;
		- преподавание дисциплины 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;
		- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
		- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа).

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.
			2. .

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. 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.
			2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
			3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
			4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
			5. 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.).
			6. 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.
			7. 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.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.
			2. Материально-техническое обеспечение дисциплины 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.** |
| --- | --- |
| **119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4** |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: * ноутбук;
* проектор,
* экран,
* маркерная доска
 |
| аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: * ноутбук,
* проектор,
* маркерная доска,
* наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
 |
| аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180х180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ по БЖД и Экологии |
| ***119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6*** |
| читальный зал библиотеки: | компьютерная техника;подключение к сети «Интернет» |

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

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год****издания** | **Адрес сайта ЭБС****или электронного ресурса**  | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания |
| 1 | С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, А.Е. Васильев | Основы инженерного эксперимента. | Учебное пособие | ИЦ РИОР : НИЦ ИНФРА-М | 2021 | https://znanium.com/catalog/document?id=378098 |  |
| 2 | В.П. Тарасик | Математическое моделирование технических систем | Учебник | Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М | 2020 | https://znanium.com/catalog/document?id=346522 |  |
| 3 | Шенк, Х. ред. Н. П. Бусленко. - , Пер. с англ. | Теория инженерного эксперимента  | Учебник | М.: Мир | 1972 |  | 20 |
| 4 | А.Ю. Козлов, В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов | Статистический анализ данных в MS Excel | УП | М.: ИНФРА-М | 2022 | https://znanium.com/catalog/document?id=399560 |  |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания  |
| 1 | Черноусова, Н. В. | Методы математической обработки результатов экспериментальных данных  | Учебное пособие | М.: МГУДТ | 2010 |  | 5 |
| 2 | Лбов Г. С. | Методы обработки разнотипных экспериментальных данных | Учебное пособие | Новосибирск Наука  | 1981 |  | 5 |
| 3 | Е.Л. Федотова, А.А. Федотов | Информационные технологии в науке и образовании | Учебное пособие | Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М | 2021 | https://znanium.com/catalog/document?id=377512 |  |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) |
| 1 | Тюрин М.П., Бородина Е.С. | Практикум. Теория и практика экспериментальных исследований. | *УП* | М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» | 2021 |  | 20 |
| 2 | Тюрин М.П., Бородина Е.С. | Теория и практика эксперимента. | *УП* | М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» | 2021 |  | 20 |
| 3 | А. С. Белоусов, В. И. Курин | Разработка моделей теплообмена в проточных технологических аппаратах | Методические указания | М.:МГУДТ | 2016 |  | 20 |
| 4 | В. В. Иванов, А. В. Фирсов, А. Н. Новиков | Моделирование с помощью MATLAB [Электронный ресурс] | Электронное учебное пособие | М.:МГУДТ | 2016 |  | 20 |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»<http://znanium.com/> |
|  | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.com/> |
|  | «ЭБС ЮРАЙТ»[www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) |
|  | О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/ |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) [http://нэб.рф/](http://xn--90ax2c.xn--p1ai/)Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г. |
|  | Научная электронная библиотека еLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru/>Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г. |
|  | НЭИКОН <http://www.neicon.ru/> Соглашение №ДС-884-2013 от18.10.2013г |
|  | **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы** |
|  | «Polpred.com Обзор СМИ» <http://www.polpred.com>Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г. |
|  | Web of Science <http://webofknowledge.com/>Сублицензионный договор № wos/917 на безвозмездное оказание услуг от 02.04.2018 г. |
|  | Scopus <http://www>. Scopus.com/Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г. |
|  | «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. |
|  | [http://arxiv.org](http://arxiv.org/) — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике |
|  | [http://www.garant.ru/](http://www.garant.ru/%20) - Справочно-правовая система (СПС)«Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации |
|  | <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/> -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата |

## Перечень программного обеспечения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Программное обеспечение** | **Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое** |
|  | Windows 10 Pro, MS Office 2019 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | V-Ray для 3Ds Max | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | NeuroSolutions | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | WolframMathematica | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Microsoft VisualStudio | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | CorelDRAWGraphicsSuite 2018 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Mathcad | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Matlab+Simulink | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019. |
|  | Adobe Creative Cloud2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic,Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Museидр.)  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | SolidWorks | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Rhinoceros | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Simplify 3D | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | FontLаb VI Academic | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | PinnacleStudio 18 Ultimate | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | КОМПАС-3d-V 18 | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | ProjectExpert 7 Standart | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Альт-Финансы | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Альт-Инвест  | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Программа для подготовки тестов Indigo | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | AutodeskAutoCAD 2021 для учебных заведений, подписка к бессрочной лицензии | Договор #110003456652 от 18 февр. 2021 г.Распространяется свободно для аккредитованных учебных заведений |
|  | LibreOffice GNU Lesser General Public License | Свободно распространяемое |
|  | ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2) | Свободно распространяемое |
|  | Linux Ubuntu GNU GPL | Свободно распространяемое |
|  | FDS-SMV free and open-source software | Свободно распространяемое |
|  | AnyLogic Personal Learning Edition | Свободно распространяемое |
|  | Helyx-OS GNU General Public License  | Свободно распространяемое |
|  | OpenFoam v.4.0 GNU General Public License | Свободно распространяемое |
|  | DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия | Свободно распространяемое |
|  | GNU Octave GNU General Public License | Свободно распространяемое |

### ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫУЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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