|  |
| --- |
| 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 | Мехатроники и информационных технологий |
| Кафедра | Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности  |

|  |
| --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА****УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** |
| **Гидро и пневмоприводы мехатронных и робототехнических устройств**  |
| Уровень образования | бакалавриат |
| Направление подготовки | 15.03.06 | Мехатроника и робототехника |
| Направленность (профиль) | Мехатронные системы и средства автоматизации |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года  |
| Форма(-ы) обучения | Очная |

|  |
| --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Гидро и пневмоприводы мехатронных и робототехнических устройств» 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 | О. И. Седляров  |
|  | Канд. техн. наук, доцент | Е. С. Бородина |
|  | Канд. техн. наук, доцент | М. А. Апарушкина |
| Заведующий кафедрой:  | О.И. Седляров  |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Гидро и пневмоприводы мехатронных и робототехнических устройств» изучается в пятом и шестом семестрах.
			2. Курсовая работа – не предусмотрена.

## Форма промежуточной аттестации:

Пятый семестр — экзамен

Шестой семестр — экзамен

Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Гидро и пневмоприводы мехатронных и робототехнических устройств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.
			2. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:
		- Математика,
		- Высшая математика в моделях систем управления,
		- Физика.
		- Теоретическая механика
		- Новые механизмы в современной робототехнике
			1. Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:
		- Детали мехатронных модулей и их конструирование,
		- Проектирование мехатронных и робототехнических систем.
			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 «Гидро и пневмоприводы мехатронных и робототехнических устройств» являются:

− формирование научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития гидрогазодинамики;

− формирование системы знаний о законах механики жидкости и газов для проектирования мехатронных и робототехнических устройств;

− изучение теории и практического применения гидрогазодинамических процессов при проектировании гидро и пневмоприводов;

− приобретение интереса к истории развития и достижениям в области гидрогазодинимики;

− 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** |
| --- | --- | --- |
| ПК-2. Способен к проведению конструкторских и расчетных работ по проектированию робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства | ИД-ПК-2.4 Выполнение конструкторских и расчетных работ по проектированию робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства; | * Употребляет общие понятия, законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов.
* Применяет основные физические свойства реальных жидкостей и газов, используемых в техносферной безопасности в качестве энерго- и теплоносителей, технологических компонентов, смазочных и охлаждающих жидкостей, а также рабочих тел в пневмо- и гидросистемах.
* Использует методики расчета и проектирования деталей и узлов аппаратов роботехнических систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования с учетом знаний основ теории пограничного слоя, особенностей определения усилий, возникающих при обтекании тел и др.
* Использует законы и основные физико-математические модели механизмов движения жидкости.
* Применяет методы проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с использованием основных уравнений гидрогазодинамики, методов их решения, понятий, гипотез и допущений.
* Имеет практический опыт расчета гидравлических и пневматических сетей и выбора оборудования.
* Выполняет чтение чертежей и схем гидравлических и пневматических систем
 |
| ПК-5. Способен проводить контроль процессов и ведение документации по пусконаладке, переналадке, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту роботизированных и мехатронных систем | ИД-ПК-5.4 Выполнение чтения чертежей и схем (электрические, гидравлические, принципиальные) при пусконаладке, переналадке, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту роботизированных и мехатронных систем. |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения –  | 7 | **з.е.** | 252 | **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** |
| *5* семестр | Экзамен | 108 | 17 | 34 |  |  |  | 30 | 27 |
| *6 семестр* | Экзамен | 144 | 19 | 19 | 38 |  |  | 32 | 36 |
| Всего: | Экзамен | 252 | 36 | 53 | 38 |  |  | 62 | 63 |

* + - 1.

## 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** |
|  | **Пятый семестр** |
| ПК-2: ИД-ПК-2.4ПК-5: ИД-ПК-5.4 | **Раздел I. Основы гидрогазодинамики. Гидростатика.**  | х | х | х | х | 10 |  |
| Тема 1.1 Свойства жидкостей и газов. Методы определения и расчета. Таблицы, номограммы. Свойства смесей. | 2 |  |  |  | х | Формы текущего контроля по разделу I:1. контрольные работы. |
| Тема 1.2Гидростатическое давление. Система дифференциальных уравнений Эйлера для состояния покоя газа, жидкости. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 1.3. Основное уравнение гидростатики. Практическое применение уравнение гидростатики.  | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 1.1Определение и расчет показателей физических свойств жидкостей и газов  |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие № 1.2Расчет давления жидкостей и газов. Давление жидкости на плоскую поверхность |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие № 1.3Плавание тел и остойчивость |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие № 1.3Относительный покой жидкости в движущихся сосудах. |  | 4 |  |  |  |
| ПК-2: ИД-ПК-2.4ПК-5: ИД-ПК-5.4 | **Раздел II. Гидрогазодинамика. Часть I.** | х | х | х | х | 20 | Формы текущего контроля по разделу II:1. контрольные работы |
| Тема 2.1Основные понятия: скорость движения расход жидкости и газа, эквивалентный диаметр. Поток жидкости (газа): напорный, установившейся. Уравнение неразрывности потока. Режим движения потока. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 2.2Система дифференциальных уравнений Эйлера для потока. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Диаграмма Бернулли. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 2.3Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Уравнение энергетического баланса потока. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 2.4Приборы для замера скорости и расхода потока. Элементы теории подобия. Сопло, диффузор. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 2.5Истечение жидкостей (газов) через насадки и отверстия. Коэффициенты скорости, сжатия струи, расхода. | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.1Решение задач по основам кинематики и динамики жидкости и газа. |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие № 2.2Решение задач. Уравнение Бернулли. |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие № 2.3Определение теоретической скорости истечения жидкости, время опорожнения емкости.  |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие № 2.4Теория подобия в гидрогазодинамических исследованиях. Расчет критерия Рейнольдса, определение характера движения жидкости и газа. |  | 6 |  |  |  |
| Экзамен | х | х | х | х | 36 | *Экзамен по билетам* |
|  | **ИТОГО за 5 семестр** | **17** | **34** |  |  | **66** |  |
|  | **Шестой семестр** |
| ПК-2: ИД-ПК-2.4ПК-5: ИД-ПК-5.4 | **Раздел III. Гидрогазодинамика. Часть II.** |  |  |  |  | **16** |  |
| Тема 3.1 Транспортировка жидкости. Насосы и их классификация. Параметры работы насосов. Поршневые насосы: собственно поршневой, простого действия, плунжерный простого действия, плунжерно-диафрагмовый, плунжерный двойного действия. Схемы и принцип действия. | 2 |  |  |  | х | Формы текущего контроля по разделу II:1. Индивидуальное домашнее задание
2. *Защита лабораторных работ*
 |
| Тема 3.2Центробежные насосы. Насосы других типов (осевые, вихревые, ротационные, струйные, Монтежю). Подбор насосов.  | 2 |  |  |  | х |
| Тема 3.3Перемещение газов. Компрессоры и их классификация. Вентиляторы осевые и центробежные. Схемы и принцип действия. Газодувки (центробежные, ротационные), схемы и принцип действия.  | 2 |  |  |  | х |
| Тема 3.4Турбокомпрессоры Вакуумные насосы. Диффузионные насосы, схема, принцип действия. Подбор компрессоров. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 3.5Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопровода. | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.2Определение гидропотерь в трубопроводе.Расчет полного напора в трубопроводе. |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие № 2.3Подбор насосов |  | 3 |  |  |  |
| Лабораторная работа № 3.1Определение плотности смесей жидкостей экспериментально и методом расчета. |  |  | 2 |  | х |
| Лабораторная работа № 3.2 Определение насыпной плотности сыпучих материалов. |  |  | 2 |  | х |
| Лабораторная работа № 3.3Давление. Методы и приборы для его измерения.  |  |  | 2 |  | х |
| Лабораторная работа № 3.4Изучение относительного покоя жидкости в сосуде, равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси.  |  |  | 2 |  | х |
| Лабораторная работа № 3.5Определение режима движения жидкости. |  |  | 4 |  | х |
| Лабораторная работа № 3.6Определение потерь напора в трубопроводе. |  |  | 4 |  | х |
| Лабораторная работа № 3.7Истечение жидкости через насадки при постоянном и переменном уровне. |  |  | 4 |  | х |
| ПК-2: ИД-ПК-2.4ПК-5: ИД-ПК-5.4 | **Раздел IV. Пневматические приводы систем мехатроники** |  |  |  |  | *16* | Формы текущего контроля по разделу III:1. Индивидуальное домашнее задание.2.защита лабораторных работ. |
| Тема 4.1. Общая характеристика пневматических приводов | 2 |  |  |  |  |
| Тема 4.2. Элементная база пневмоприводов | 2 |  |  |  |  |
| Тема 4.3. Типовые функциональные схемы пневматических приводов | 3 |  |  |  |  |
| Тема 4.4. Основы статистического и динамического расчетов, надежность пневматических приводов | 2 |  |  |  |  |
| Практическое занятие № 4.1 Свойства воздуха как рабочего тела пневмопередачи  |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие № 4.2Расчет скорости перемещения поршня пневмоцилиндра. |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.3Расчет основных параметров поршневого и мембранного приводов  |  | *4* |  |  | х |
| Практическое занятие №4.4Расчет расхода воздуха и коэффициента суммарного сопротивления пневмопривода |  | *2* |  |  |  |
| Лабораторная работа № 4.1Гидравлические дроссели |  |  | *2* |  | х |
| Лабораторная работа № 4.2Гидроклапаны, регуляторы, делители и сумматоры потока |  |  | *4* |  | х |
| Лабораторная работа № 4.3Изучение устройства и работы насосов. Изучение работы струйного насоса. |  |  | *2* |  |  |
| Лабораторная работа № 4.4Изучение устройства и работы компрессоров. |  |  | *4* |  |  |
| Лабораторная работа № 4.5Гидродинамические муфты |  |  | *4* |  |  |
| Лабораторная работа № 4.6Гидродинамические трансформаторы |  |  | *2* |  |  |
|  | Экзамен | х | х | х | х | 36 | Экзамен по билетам  |
|  | **ИТОГО за 6 семестр** | **19** | **19** | **38** | х | **68** |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **36** | **53** | **38** | х | **125** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Основы гидрогазодинамики. Гидростатика.** |
| Тема 1.1 | Свойства жидкостей и газов. Методы определения и расчета. Таблицы, номограммы. Свойства смесей. | Плотность и удельный вес. Вязкость. Кинематический коэффициент вязкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Поверхностное натяжение. Чистые вещества и смеси. Прочность, пластичность смесей.  |
| Тема 1.2 | Гидростатическое давление. Система дифференциальных уравнений Эйлера для состояния покоя газа, жидкости. | Понятие гидростатического давления, размерности, приборы для замера давлений. Свойства давления. Сила давления. Абсолютное, вакуумметрическое, абсолютное давление. Абсолютный и относительный покой. |
| Тема 1.3 | Основное уравнение гидростатики. Практическое применение уравнения гидростатики.  | Силы, действующие на жидкость (массовые и поверхностные). Закон Паскаля. Гидростатический парадокс. Система сообщающихся сосудов. |
| **Раздел II** | **Гидрогазодинамика** |
| Тема 2.1 | Основные понятия: скорость движения, расход жидкости и газа, эквивалентный диаметр. Поток жидкости (газа): напорный, установившийся. Уравнение неразрывности потока. Режим движения потока. | Понятие средней (осредненной) скорости. Массовый объемный расход. Смоченный периметр, живое сечение. Напорное и безнапорное движение, примеры. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Значения чисел Рейнольдса. Физический смысл критерия. |
| Тема 2.2 | Система дифференциальных уравнений Эйлера для потока. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Диаграмма Бернулли. | Понятие идеальной жидкости. Удельная энергия жидкости (потенциальная и кинетическая). Пьезометрический и статический напор.  |
| Тема 2.3 | Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Уравнение энергетического баланса потока. | Понятие реальной жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли. Закон сохранении энергии и его связь с уравнением Бернулли. Потери напора на трение. Местные сопротивления.  |
| Тема 2.4 | Приборы для замера скорости и расхода потока. Элементы теории подобия. Сопло, диффузор. | Гидродинамические трубки, ротаметр, их устройство и принцип работы. Понятие о теории подобия. Критерии подобия гидромеханических процессов и их физический смысл. Критерии Галилея, Архимеда. Теоремы теории подобия. Анализ размерностей. Метод Релея. Особенности течения газов через сопла и диффузоры. Комбинированное сопло Лаваля.  |
| Тема 2.5 | Истечение жидкостей (газов) через насадки и отверстия. Коэффициенты скорости, сжатия струи, расхода. | Истечение через отверстия при постоянном и переменном уровне (напоре). Истечение через водосливы. Сжатие струи (совершенное, несовершенное). Виды насадков, их практическое применение.  |
| **Раздел III** | **Гидрогазодинамика. Часть II.** |
| Тема 3.1  | Транспортировка жидкости. Насосы и их классификация. Параметры работы насосов. Поршневые насосы: собственно поршневой, простого действия, плунжерный простого действия, плунжерно-диафрагмовый, плунжерный двойного действия. Схемы и принцип действия. | Основные параметры работы насосов (производительность, напор, кпд). Высота всасывания. Типы поршневых насосов. Характеристики поршневых насосов (производительность). Неравномерность подачи и воздушные колпаки. Регулирование и обслуживание поршневых насосов. |
| Тема 3.2 | Центробежные насосы. Насосы других типов (осевые, вихревые, ротационные, струйные, Монтежю). Подбор насосов.  | Основное уравнение центробежных насосов. Теоретический напор. Кавитация. Законы пропорциональности. Характеристики центробежных насосов и сети. Регулировка и обслуживание центробежных насосов.  |
| Тема 3.3 | Перемещение газов. Компрессоры и их классификация. Вентиляторы осевые и центробежные. Схемы и принцип действия. Газодувки (центробежные, ротационные), схемы и принцип действия.  | Процессы сжатия газов (адиабатическое, изотермическое). Диаграмма T-S процесса сжатия газа. Мощность компрессоров, адиабатический и изотермический к.п.д. Газодувки, область применения.  |
| Тема 3.4 | Турбокомпрессоры Вакуумные насосы. Диффузионные насосы, схема, принцип действия. Подбор компрессоров. | Центробежные, поршневые турбокомперессоры, схемы и принцип действия. Поршневые, ротационные, струйные вакуумные насосы, схемы, принцип действия. |
| Тема 3.5 | Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопровода. | Простые и сложные трубопроводы. Расчет простого трубопровода постоянного сечения. Расчет сложного трубопровода. Расчет трубопроводов для газов.  |
| **Раздел IV** | **Пневматические приводы систем мехатроники** |
| Тема 4.1. | Общая характеристика пневматических приводов | Особенности пневматических приводов, достоинстваи недостатки; Свойства воздуха как рабочего тела передачи. Способы преобразования энергии в пневматических приводах; Особенности применения пневматических приводов в промышленных роботах и на путевых машинах; Структура пневматического привода |
| Тема 4.2. | Элементная база пневмоприводов | Источники сжатого воздуха; Устройства подготовки сжатого воздуха; Пневматические двигатели, конструкция и параметры; Тормозные устройства пневматических приводов; Направляющие и регулирующие аппаратыпневматических приводов; Логические элементы; Вспомогательные устройства пневматических приводов; Аппаратура автоматизированных пневматическихприводов; Контрольная аппаратура |
| Тема 4.3. | Типовые функциональные схемы пневматических приводов | Классификация пневматических приводов; Структурные схемы и системы управления дискретныхи позиционных пневмоприводов; Схемы управления пуском и реверсом пневмодвигателей; Типовые схемы управления пневматическими приводами.Схемы полуавтоматического и автоматического управления; Способы регулирования скорости движенияисполнительных двигателей; Устройства и способы позиционирования исполнительных пневматических двигателей; Пневмосистемы с обратными связями по перемещению; Пневмогидравлические приводы; Обеспечение безопасности эксплуатациипневматических систем; Пневматические системы управления |
| Тема 4.4. | Основы статистического и динамического расчетов, надежность пневматических приводов | Основы статического расчета параметровпневматических приводов; Уравнения динамики пневматических приводов; Основы расчета динамики двусторонних пневматических приводов; Основы расчета динамики односторонних пневматических приводов; Основы расчета динамики пневматических приводовс учетом утечек и перетечек воздуха; Выбор параметров пневматических приводов; Показатели надежности; Основные проблемы эксплуатациипневмоприводов машин; Источники информации о надежности пневмоприводов; Обеспечение надежности |

## 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 контрольной работе,

выполнение ИДЗ;

подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;

создание презентаций по изучаемым темам.

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** | **Основы гидрогазодинамики. Гидростатика.** |
| Тема 1.1 | Свойства жидкостей и газов. Методы определения и расчета. Таблицы, номограммы. Свойства смесей. | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе.Составить графики, диаграммы | устное собеседование по результатам выполненной работы | ***5*** |
| Тема 1.3 | Основное уравнение гидростатики. Практическое применение уравнения гидростатики.  | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе.Конспект первоисточника, подготовить информационное сообщение | устное собеседование по результатам выполненной работы | ***5*** |
| **Раздел II и III** | **Гидрогазодинамика Ч.1 и Ч. II** |
| Тема 2.4 | Приборы для замера скорости и расхода потока. Элементы теории подобия. Сопло, диффузор. | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе.Подготовить информационное сообщение; составить схемы, иллюстрации (рисунков).Подготовка к защите лабораторных работ Выполнение ИДЗ | устное собеседование по результатам выполненной работыЗащита лабораторных работ | ***10*** |
| Тема 3.1  | Транспортировка жидкости. Насосы и их классификация. Параметры работы насосов. Поршневые насосы: собственно поршневой, простого действия, плунжерный простого действия, плунжерно-диафрагмовый, плунжерный двойного действия. Схемы и принцип действия. | ***6*** |
| Тема 3.2 | Центробежные насосы. Насосы других типов (осевые, вихревые, ротационные, струйные, Монтежю). Подбор насосов.  | ***5*** |
| Тема 3.3 | Турбокомпрессоры Вакуумные насосы. Диффузионные насосы, схема, принцип действия. Подбор компрессоров. | *5* |
| **Раздел IV** | **Двухмерные течения идеальной несжимаемой жидкости.** |  |  |
| Тема 4.1. | Общая характеристика пневматических приводов | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературеПодготовка к защите лабораторных работВыполнение ИДЗ | Защита лабораторных работ | ***16*** |
| Тема 4.2. | Элементная база пневмоприводов |
| Тема 4.3. | Типовые функциональные схемы пневматических приводов |
| Тема 4.4. | Основы статистического и динамического расчетов, надежность пневматических приводов |
| Тема 4.1. | Общая характеристика пневматических приводов |

## Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины/учебного модуля электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

# 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)** |
|  |  | ПК-2: ИД-ПК-2.4ПК-5: ИД-ПК-5.4 |
| высокий | *85 – 100* | отлично |  |  | 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;
* показывает аналитические способности в понимании, изложении и практическом использовании основных законов гидродинамики и пневмосистем;
* дополняет теоретическую информацию сведениями исследовательского характера;
* свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;
* дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.
 |
| повышенный | *65 – 84* | хорошо |  |  | Обучающийся:* достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает основные понятия гидрогазодинамики;
* анализирует изученный материал с незначительными пробелами;
* допускает единичные негрубые ошибки;
* достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;
* правильно применяет теоретические положения при решении практических задач движения жидкостей и газов, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;
* ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.
 |
| базовый | *41 – 64* | удовлетворительно |  |  | Обучающийся:* демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;
* с неточностями излагает принятые в гидродинамических процессах формулировки;
* демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по гидрогазодинамике;
* ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.
 |
| низкий | *0 – 40* | неудовлетворительно | Обучающийся:* демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал по гидрогазодинамике, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;
* испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач гидравлики стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;
* не способен использовать основные положения гидрогазодинамики при решении частных вопросов инженерной практики;
* не владеет основными положениями учения о равновесии и движении жидкостей и газов;
* 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 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**
 |
| --- | --- | --- |
|  | **Вопросы для защиты лабораторных работ**  | *Лабораторные работы 1.1 и 1.2*1. Плотность, размерность.2. Факторы, влияющие на значение плотности.3. Экспериментальные методы определения плотности жидкости.4. Аналитический метод определения плотности жидкости и их смесей.5. Расчет плотности газов.*Лабораторные работы 1.3, 1.4*1. Что называют гидростатическим давлением?2. Механические и жидкостные приборы для измерения давления? 3. Что такое абсолютное давление?*Лабораторные работ 3.5-3.7*1. Перечислить режимы движения жидкости (газа).2. Как качественно определить режим движения.3. Количественная характеристика режима движения.4. Коэффициент скорости, сжатия струи, расхода.*Лабораторные работ 4.1, 4.2*1. Назначение и применение дросселей.2. Зачем в дросселе в ряде случаев используется обратный клапан?3. Назначение, принцип действия изучаемых в работе гидроаппаратов.*Лабораторные работ 4.3, 4.4*1. Типы объемных насосов, принцип действия, схемы.2. По каким параметрам подбирается насосы.3. Типы компрессоров (по давлению и конструкции).*Лабораторные работ 4.5, 4.6*1. Назначение и применение ГДМ.2. Принцип действия, схемы и конструкции ГДМ.3. Назначение, принцип действия и схемы различных ГДТ. |
|  | Контрольные работыпо разделам«Основы гидрогазодинамики. Гидростатика», «Гидродинамика»  | **Контрольная работа №1 (Гидростатика)**1. На трубопроводе, заполненном жидкостью, установлены на одном уровне пьезометр и механический манометр. Манометр показывает манометрическое давление pм. Определить на сколько поднимется уровень жидкости в пьезометре.

|  |
| --- |
| Жидкость для варианта с последней цифрой зачетки  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| вода | мазут | бензин | глицерин | керосин | вода | мазут | бензин | глицерин | керосин |
| Уровень жидкости h, м, для варианта с предпоследней цифрой зачетки  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |

2. Определить манометрическое давление Pм в сосуде, заполненном водой, и разность показаний U-образного манометра h2, если известно, что в U-образном манометре находится жидкость Ж, а показание пьезометра h1.

|  |
| --- |
| Жидкость для варианта с последней цифрой зачетки  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| вода | мазут | бензин | глицерин | керосин | вода | мазут | бензин | глицерин | керосин |
| Уровень жидкости h, м, для варианта с предпоследней цифрой зачетки  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |

3. На малый поршень ручного гидравлического пресса действует сила G. Пренебрегая потерями, определить ситу Т, действующую на прессуемое тело, при исходных данных D, d, G.

|  |  |
| --- | --- |
| Исходные данные  | Значения для вариантов с последней цифрой зачетки  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| D, мм | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 450 | 500 | 350 |
| d, мм | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 50 | 60 | 70 |
|  | Значения для варианта с предпоследней цифрой зачетки  |  |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| G, Н | 150 | 170 | 200 | 230 | 250 | 270 | 300 | 320 | 350 | 400 |

**Контрольная работа №2 (Гидродинамика)**1. На водопроводной трубе диаметром d1 установлен водомер диаметром d2. На какую высоту h2 поднимается вода в пьезометрической трубке, установленной на узком сечении, при расходе воды Q, если уровень воды в пьезометре, присоединенном к основной трубе, h1? Потери напора не учитывать.

|  |  |
| --- | --- |
| Исходные данные  | Значения для вариантов с последней цифрой зачетки  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| d1, мм | 100 | 75 | 100 | 75 | 100 | 75 | 100 | 75 | 100 | 75 |
| d2, мм | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 |
|  | Значения для варианта с предпоследней цифрой зачетки  |  |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Q, л/с | 150 | 170 | 200 | 230 | 250 | 270 | 300 | 320 | 350 | 400 |
| h1, м | 0,8 | 1,4 | 1,0 | 1,2 | 0,7 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 1,0 | 0,8 |

2. На какую высоту h может засасываться вода из резервуара по трубке, присоединенной к узкой части трубопровода, если расход воды Q? Исходные данные: d1, d2, Р1 – избыточное давление в широком сечении. Потери напора не учитывать.

|  |  |
| --- | --- |
| Исходные данные  | Значения для вариантов с последней цифрой зачетки  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Q, л/с | 4 | 15 | 4,5 | 12,5 | 4 | 15 | 4,5 | 12,5 | 4 | 15 |
| d1, мм | 60 | 100 | 60 | 100 | 60 | 100 | 60 | 100 | 60 | 100 |
| d2, мм | 25 | 40 | 25 | 40 | 25 | 40 | 25 | 40 | 25 | 40 |
|  | Значения для варианта с предпоследней цифрой зачетки  |  |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Р1, кПа | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 180 | 160 | 140 | 120 | 110 |

3. К трубопроводу переменного сечения присоединены два пьезометра. Пренебрегая потерями напора, определить на какую высоту h2 поднимется вода во втором пьезометре, если в первом пьезометре она стоит на высоте h1. Диаметры трубопровода в местах присоединения пьезометров d1 и d2. Расход воды в трубопроводе Q.

|  |  |
| --- | --- |
| Исходные данные  | Значения для вариантов с последней цифрой зачетки  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| h1, мм | 0,53 | 0,56 | 0,54 | 0,73 | 0,7 | 0,5 | 0,45 | 0,75 | 0,92 | 0,49 |
| d1, мм | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
|  | Значения для варианта с предпоследней цифрой зачетки  |  |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| d2, мм | 75 | 90 | 85 | 90 | 95 | 100 | 80 | 85 | 90 | 95 |
| Q, л/с | 3 | 3,5 | 4 | 5,5 | 5 | 5,5 | 3,5 | 4 | 5,5 | 5 |

 |
|  | Индивидуальное домашнее задание № 1 по разделу Гидрогазодинамика. Часть II | Задание 1Определить минимальный напор насоса для перекачки воды (рисунок 2.1) из деаэратора в водонагреватель смешивающегося типа по новому стальному трубопроводу, если известны объемный расход воды Q, диаметры d1, d2 и длины l1, l2 на каждом участке трубопровода.Рисунок 1 – Схема деаэраторной установки – l – сетка.Нечётные коды номера вариантов с 1-90, чётные – с 91-180 (по двум последним цифрам шифра студента): - для вариантов 1-90: d1=200 мм, 11=40,0 м, h1=12 м, һ2=23 м;- для вариантов 91-180: d1=210 мм, 11=30,0 м, h1=10 м, һ2=25 м;* для вcex вариантов температура воды 104°С; R=d; P1=1,2·105 Па; Р2=6·105 Па.

Средний диаметр сгиба, на рисунке обозначен R, равен dТаблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номерварианта | Q,м3/с | *d2*, мм | *l2*, м | Номер варианта | Q,м3/с | *d2*, мм | *l2*, м | Номервариан та | Q,м3/с | *d2*, мм | *l2*, м |
| 1 | 0,04 | 150 | 25 | 12 | 0,02 | 150 | 11 | 23 | 0,05 | 130 | 17 |
| 2 | 0,03 | 180 | 25 | 13 | 0,03 | 160 | 9,0 | 24 | 0,04 | 180 | 20 |
| 3 | 0,05 | 190 | 20 | 14 | 0,04 | 170 | 9,5 | 25 | 0,03 | 170 | 16 |

Задание 2Нa трубопроводе c общим расходом воды Q0 имеется участок c параллельно включенными ветвями (рисунок 2).Определить расходы в отдельных ветвях и напор, действующий между точками разветвления НАВ. Трубы стальные, сварные, умеренно заржавевшие.Рисунок 2 -Схема параллельных трубопроводовВыбор исходных данных для расчета производится согласно таблице 2:* для вариантов 1-55: число ветвей i=3, Q=0,03 м3/с, d3=100 мм, L3=400 м, температура воды 10°С;
* для вариантов 56-110: число ветвей i=3, Q=0,04 м3/с, d3=90 м, L3=350 м, температура воды 20°С;

для вариантов 111-180: число ветвей i=3, Q=0,05 м3/с, d3=110 мм L3=300 м, температура воды 15°С.Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеравариантов | *d*1, мм | *l1*, м | *d2*, мм | *l2*, м | Номеравариантов | *d*1, мм | *l1*, м | *d2*, мм | *l2*, м |
| 1,56,111 | 80 | 400 | 90 | 350 | 36,91,146 | 60 | 300 | 65 | 350 |
| 2,57,112 | 80 | 400 | 95 | 400 | 37,92,147 | 70 | 400 | 75 | 420 |
| 3,58,113 | 76 | 350 | 92 | 380 | 38,93,148 | 40 | 100 | 50 | 150 |

3адание 3Oт центрального пылезавода до бункера котла угольная пыль co средним размером частиц δ, плотностью Τ ρ транспортируется воздушным потоком по стальному трубопроводу диаметром D, длиной 1. Относительная массовая концентрация взвешенных частиц X. Определить потерю давления при пневмотранспорте угольной пыли. Исходные данные для расчета надо взять из таблицы 3:* для вариантов 1-90: ρт=1800 кг/м3,1 = 80 м, температура воздуха 10°С;
* для вариантов 91-180: ρт =1600 кг/м3,1=120 м, температура воздуха 35°С.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера вариантов | δ, мм | Х | D,мм | Номера вариантов | δ, мм | Х | D,мм | Номера вариантов | δ, мм | Х | D,мм |
| 1 | 0,10 | 1 | 300 | 39 | 0,14 | 0,8 | 320 | 77 | 0,17 | 0,8 | 300 |
| 2 | 0,09 | 0,9 | 300 | 40 | 0,1 | 0,6 | 300 | 78 | 0,16 | 1,0 | 295 |
| 3 | 0,08 | 0,8 | 250 | 41 | 0,15 | 0,7 | 270 | 79 | 0,15 | 1,0 | 280 |

* 1. Задание 4

Газ метан перекачивают по стальному трубопроводу диаметром d, соединяющему две компрессорные станции, удаленные друг от друга на расстояние l. У вышерасположенной станции абсолютное давление газа P1 и его скорость *v1*.Определить массовый расход метана M и давление P2 y нижерасположенной станции, считая, что течение газа изотермическое.Исходные данные для расчета надо взять из таблицы 4:* для вариантов 1-90: l = 22 км, температура метана 35°C;
* для вариантов 91-180:1 = 20 км, температура метана 15 °C.

При расчете по всем вариантам абсолютную шероховатость газопровода принять ∆ = 0,1 мм.Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера вариантов | P1,МПа | *v1*,м/с | d, см | Номера вариантов | P1,МПа | *v1*,м/с | d, см | Номера вариантов | P1,МПа | *v1*,м/с | d, см |
| 1 | 1,0 | 12 | 60 | 39 | 0,6 | 14 | 65 | 77 | 0,8 | 13 | 57 |
| 2 | 0,9 | 13 | 65 | 40 | 0,8 | 15 | 60 | 78 | 0,7 | 14 | 59 |
| 3 | 0,8 | 14 | 55 | 41 | 0,9 | 16 | 65 | 79 | 0,8 | 13 | 57 |

 |
|  | Индивидуальное домашнее задание по разделу IV «Пневматические приводы систем мехатроники» | Составить схему пневмопривода, предусмотрев кондиционирование воздуха, с цилиндром одностороннего действия или двустороннего действия с двусторонним штоком (в зависимости от варианта задания по табл. 1). Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы Для составленной схемы рассчитать массовый расход и скорость перемещения поршня в соответствии с данными табл. 2. В табл. 2 приняты следующие обозначения: *l*1 – длина трубопроводов до распределителя; *l2* – длина трубопроводов между распределителем и пневмоцилиндром; *l3* – длина трубопроводов после пневмоцилиндра; p0 – подводимое давление; DП– диаметр поршня; F – сила полезного сопротивления, приложенная к поршню; D – диаметр труб; dш – диаметр штока; ΔЭ – эквивалентная шероховатость труб; ζФ – коэффициент местного сопротивления фильтра; ζр – коэффициент местного сопротивления распределителя; ζв – коэффициент местного сопротивления вентиля. Коэффициент местного сопротивления маслораспылителя принять равным ζм = 21. Температуру воздуха принять 20ºС.Таблица 1 Варианты заданий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Источник энергии | Тип распределителя | Управление распределителем |
| 1 | Компрессор | 3/2 | Электропневматическое повышениемдавления с ручным дублированием |
| 2 | Магистраль | 3/3 | Электромагнитное с ручнымдублированием |
| 3 | Компрессор | 4/2 | Электропневматическое повышениемдавления без ручного дублирования |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар | p0 | L1 | L2 | L3 | DП | F | D | dш | ΔЭ | ζф | ζp | ζв |
|  | МПа | м | м | м | нм | кН | мм | мм | мм |  |  |  |
| 1 | 0,4 | 5 | 10 | – | 100 | 0,9 | 10 | – | 0,01 | 15 | 12 | 4 |
| 2 | 0,6 | 4 | 9 | – | 50 | 0,3 | 12 | – | 0,02 | 6 | 18 | 5 |
| 3 | 0,3 | 4 | 8 | – | 40 | 0,2 | 10 | – | 0,01 | 17 | 13 | 6 |

 |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Защита лабораторной работы | 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 лабораторной работы, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает | 5 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. | 4 баллов | 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. | 3 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 лабораторной работы. | 1-2 балл | 2 |
| Не получены ответы по вопросам лабораторной работы. | 0 баллов | 2 |
| Не принимал участия в защите лабораторных работ.  | 0 баллов | 2 |
| Контрольная работа | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов и формул для решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);  | 24-30 баллов | 5 |
| Продемонстрировано использование правильных методов и формул при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них; | 18-23 баллов | 4 |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 12-17 баллов | 3 |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 0-11 баллов | 2 |
| Индивидуальное задание | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Выполнены все пункты задания. Приведены правильные формулы и решения. 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. | 12-15 баллов | *5* |
| Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. | 9-11 баллов | *4* |
| Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. | 6-8 баллов | *3* |
| Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.  | 0-5 баллов | *2* |
| Работа не выполнена. | 0 баллов |  |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы****для проведения промежуточной аттестации:** |
| Семестр № 5Экзамен: в устной форме по билетам | **Экзаменационный билет № 1** 1.Вязкость жидкостей (газов) Определение, размерность, динамическая и кинематическая вязкость, текучесть 2.Движение жидкости, газа. Типы движения, режим движения.3.Атмосферное давление равное 740ммHg уравновешивается столбом воды высотой 10,2 м. Какова будет высота столба бензола, уравновешивающая атмосферное давление. Плотность воды 1000кг/м3, бензола 879кг/м3**Экзаменационный билет № 2**1. Постановка гидродинамической задачи. Суперпозиция. 2. Приборы для замера скорости и расхода потока.3. Давление над уровнем свободной поверхности жидкость в закрытом сосуде равно 0,12кг/см2 . Атмосферное давление 744ммHg. Определить на какой глубине от свободной поверхности жидкости давление в ней станет равным атмосферному. Плотность жидкости 1150кг/м3.**Экзаменационный билет № 3** 1. Поверхностное натяжение. Физический смысл, размерность.  2. Уравнение неразрывности потока (с объяснением).  3. В резервуаре находится вода и ртуть. Высота столба воды 3 м, ртути 0,1 м. Атмосферное давление 0,96 кг/см2. Плотность воды 1000 кг/м3, плотность ртути 13600 кг/м3 Определить полное и избыточное гидростатическое давление жидкости на дно резервуара.  |
| Семестр № 6Экзамен: в устной форме по билетам | **Экзаменационный билет № 1**1. Надежность пневматических приводов.2.Поршневые насосы простого и двойного действия. Схема и принцип работы насоса простого действия.3. Определить характер движения газа по газопроводу квадратного сечения со стороною 0,2м. Скорость движения 12м/с, плотность газа 0,95кг/м3, вязкость 0,016 10-3 Па с.**Экзаменационный билет № 2**1. Классификация трубопроводов. 2. Типовые схемы автоматического управления пневмоприводами3. Трубопровод состоит из 3-х участков, диаметр первого 25х2 мм, второго 38х2,5мм, третьего 25х2,5мм. Производительность трубопровода 1700м3/час. Определить скорость движения на каждом участке при установившемся потоке. **Экзаменационный билет № 3**1. Компрессоры и их классификация. 2. Назначение и применение ГДМ3. Определить потери напора за счет трения при движении жидкости по трубе диаметром 38 х 2,5мм. Расход жидкости 2300 кг/час, плотность 780 кг/м3, вязкость 0,97 10-3Па с. Длина трубы 37 м  |

## 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 – 15 баллов2-й вопрос: 0 – 15 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. | 32-40 баллов | 5 |
| 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. | 24-31 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.

Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. | 16-23 баллов | 3 |
| 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 – 15 баллов | 2 |

## 5

## 5.7. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

**Семестр 5**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система**  | **Пятибалльная система** |
| Текущий контроль:  |  |  |
| - контрольная работа (раздел I) | 0 - 30 баллов | 2 – 5  |
| - контрольная работа (раздел II) | 0 - 30 баллов | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация экзамен  | 0 - 40 баллов | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительно |
| **Итого за семестр** экзамен  | 0 - 100 баллов |

**Семестр 6**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система**  | **Пятибалльная система** |
| Текущий контроль:  |  |  |
| - защита лабораторных работ 1.1, 1.2 | 0 - 5 баллов | 2 – 5  |
| - защита лабораторных работ 1.3, 1.4 | 0 - 5 баллов | 2 – 5 |
| - защита лабораторных работ 3.5-3.7 | 0 - 5 баллов | 2 – 5 |
| - защита лабораторных работ 4.1, 4.2 | 0 - 5 баллов | 2 – 5 |
| - защита лабораторных работ 4.3, 4.4 | 0 - 5 баллов | 2 – 5 |
| - защита лабораторных работ 4.5, 4.6 | 0 - 5 баллов | 2 – 5 |
| - ИДЗ №1 | 0 - 15 баллов | 2 – 5  |
| - ИДЗ №2 | 0 - 15 баллов | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация экзамен  | 0 - 40 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 – 100 баллов | отлично |
| 65 – 84 баллов | хорошо |
| 41–64 баллов | удовлетворительно |
| 0 – 40 баллов | 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;
		- просмотр учебных фильмов с их последующим анализом;
		- 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. Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

# 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 Гидрогазодинамике  |
| ***119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6*** |
| Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки. |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| ***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. | Тюрин М.П., Бородина Е.С. | Практикум по гидрогазодинамике | УП | М.: РГУ им. А. Н. Косыгина | 2017 | ЭИОС |  |
| 2. | Тюрин М.П., Бородина Е.С. | Гидрогазодинамика. Практикум. Часть 2 | УП | М.: РГУ им. А. Н. Косыгина | 2018 | ЭИОС |  |
| 3 | А.А. Шейпа | Гидравлика и гидропневмопривод.Основы механики жидкости и газа | Учебник | Москва : ИНФРА-М | 2022 | https://znanium.com/catalog/document?id=379040 |  |
| 4. | Захарова А.А., Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Салтыкова В.С. | Процессы и аппараты химической технологии | УП | Академия | 2006 |  | 85 |
| 5. | Павлов К.Ф.и др. | Примеры и задачи по курсу ПАХТ. | УП | АльянС | 20061987 |  | 264 |
| 6. | А.Г. Касаткин | Основные процессы и аппараты химической технологии | Учебник | АльянС | 2005 |  | 60 |
| 7. | А.А. Кудинов | Гидрогазодинамика | УП | М.: ИНФРА-М | 2015 | https://znanium.com/catalog/document?id=288098  |  |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания  |
| 1. | А.Л. Шейпак  | Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа. | УП | Стереотип | 2005 |  | 2экз. |
| 2. | Б.В. Ухин | Гидравлика | УП | М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М | 2014 | http://znanium.com/bookread2.php?book=450853 |  |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) |
| 1. | Салтыкова В.С., Захарова А.А., Папин А.В. | Механика жидкости и газов | МУ | М.:РИО МГУДТ | 2015 |  | 5экз.библ.19экз. кафедра |
| 2. | Салтыкова В.С., Бахшиева Л.Т., Захарова А.А., Александров. В.И. | Гидрогазодинамика | МУ | М.:РИО МГУДТ | 2013 | http://znanium.com/bookread2.php?book=464729  | 5экз.библ.23экз. кафедра |
| 3. | Бахшиева Л.Т., Захарова А.А.. Поторжинский И.В., Салтыкова В.С. | Процессы и аппараты химической технологии. Гидравлика и гидропневмопривод | МП | ИИЦ МГУДТ | 2007 |  | 5экз.библ.15экз. кафедра |
| 4. | Поторжинский И.В., Захарова А.А. | Аппаратура гидромеханических процессов | МУ | ИИЦ МГУДТ | 2005 |  | 5экз.библ.12экз. кафедра |
| 5. | Л. Т. Бахшиева, А. А. Захарова, И. В. Поторжинский, В. С. Салтыкова | Процессы и аппараты защиты ХТ. Методические указания к расчету домашних заданий «Расчет трубопроводной сети и подбор насоса » | МУ | М.: ИИЦ МГУДТ | 2007 | http://znanium.com/bookread2.php?book=464530 |  |
| 6. | Салтыкова В.С., Захарова А.А., Папин А.В. | Механика жидкости и газов | МУ | М.:РИО МГУДТ | 2015 |  | 5экз.библ.19экз. кафедра |

# 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/> |
|  | **ООО «ИВИС»** [**https://dlib.eastview.com**](https://dlib.eastview.com/)  **(**электронные версии периодических изданий ООО «ИВИС») |
|  | **Web of Science** [**http://webofknowledge.com/**](http://webofknowledge.com/) (обширная международная универсальная реферативная база данных) |
|  | **Scopus** [**https://www.scopus.com**](https://www.scopus.com/) (международная универсальная реферативная база данных, индексирующая более 21 тыс. наименований научно-технических, гуманитарных и медицинских журналов, материалов конференций примерно 5000 международных издательств) |
|  | **Springer Nature** [**http://www.springernature.com/gp/librarians**](http://www.springernature.com/gp/librarians) (международная издательская компания, специализирующаяся на издании академических журналов и книг по естественнонаучным направлениям) |
|  | «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 от18.10.2013 г |
|  | **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 |
|  | Autodesk Auto CAD 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** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |