Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.11.2023 12:05:22
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информационных технологий

УТВЕРЖДЕНО
Декан факультета
Информационных технологий
_____ / Д.Г. Демидов /
«16» 02 2023 г.

Рабочая программа дисциплин:
«ОСНОВЫ ТЕРМО-, ГИДРО- И ГАЗОДИНАМИКИ»

Направление подготовки:
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Образовательная программа (профиль):
«Интеграция и программирование в САПР»

Год начала обучения:
2023

Уровень образования:
Бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2023 г.

Программу составил:

Старший преподаватель кафедры
«Аппаратурное оформление и автоматизация
технологических производств
имени профессора М.Б. Генералова», к.т.н  / А.С. Кирсанов /

Согласовано:
И.о. заведующего
кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация
технологических производств
имени профессора М.Б. Генералова »,
доцент, к.т.н  /А.С. Соколов /

1. Цели освоения дисциплины.

Дисциплина «Основы термо-, гидро- и газодинамики» должна дать ясное представление как о теоретических методах расчета движения жидкости и газа, так и о практическом приложении этих методов для расчета оборудования различного назначения в химической промышленности.

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики» следует отнести:

- получение комплекса знаний основных законов гидрогазодинамики;
- приобретение умений и навыков их приложения в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- овладение типовыми методиками расчета аппаратов и процессов, а также методиками теоретического и экспериментального исследования в гидрогазодинамике.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики» следует отнести:

- изучение основных законов равновесия и движения жидкости;
- изучение закономерностей гидромеханических процессов в химической промышленности;
- формирование умения выявлять и анализировать физическую сущность явлений и проблем, возникающих при расчете аппаратов и процессов, и находить пути их решения;
- формирование умения строить математические модели процессов движения жидкости и газа в трубопроводных и газопроводных системах;
- формирование навыков расчета движения жидкости и газа по трубопроводам.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Основы термо-, гидро- и газодинамики» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части базового цикла (Б.1.2.2.9) основной образовательной программы бакалавриата «Интеграция и программирование в САПР», взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части базового цикла (Б.1.):

- физика;
- безопасность жизнедеятельности.

В вариативной части базового цикла (Б.1.):

- системы инженерного анализа.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине Основы термо-, гидро- и газодинамики , соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап

формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК - 5	Способен проектировать и разрабатывать программные решения в области систем автоматизированного проектирования и другого инженерного программного обеспечения.	**ИПК-5.1 Знает:** ● принципы симуляции физической среды в том числе с использованием систем инженерного анализа; ● основные принципы сопротивления материалов, газо-гидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред; **ИПК-5.2 Умеет:** ● использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа, технологической подготовки производства, сопровождения жизненного цикла изделия; **ИПК-5.3 Владеет:** ● навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения для инженерных задач;

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 54 часов - самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики» изучаются на **третьем** курсе в **пятом** семестре. Форма контроля - экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики» по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

ВВЕДЕНИЕ

Роль и значение гидрогазодинамики в подготовке специалистов по направлению Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. История развития механики жидкости и газа.

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ

Гидрогазодинамикой называют один из разделов механики - механику жидкостей

и газов. Механика жидкости и газа включает: - кинематику жидкости, в которой изучают изменение формы, размеров и пространственного расположения жидких объёмов (отвлекаясь от причин их вызвавших); - гидростатику, в которой изучают условия равновесия жидкости в силовом поле; - динамику, в которой изучают законы движения жидкости. Определение (понятие) жидкости, газа. Понятие сплошности. Критерий сплошности.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Основные физические свойства жидкостей и газов. Сжимаемость. Температурное расширение. Вязкость. Поверхностное натяжение. Модель идеальной жидкости. Неньютоновские жидкости.

ГИДРОСТАТИКА

Силы, действующие в жидкости. Свойства давления в покоящейся жидкости. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Уравнения Эйлера равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой (равновесие) жидкости. Приборы для измерения давления.

КИНЕМАТИКА ЖИДКОСТИ. ДИНАМИКА ЖИДКОСТИ, ЛИШЕННОЙ ВЯЗКОСТИ

Основные понятия кинематики жидкости: траектория, линия тока, элементарная струйка, трубка тока, живое сечение, элементарный расход. Поток жидкости. Средняя скорость. Виды движения жидкости. Одномерные потоки жидкостей и газов. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости Подобие гидромеханических процессов. Число Рейнольдса. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.

ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Физический смысл уравнения Бернулли (геометрическое и энергетическое толкование). Уравнение расхода. Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь. Движение газов: условие применимости законов гидравлики к движению газов. Пограничный слой. Дифференциальное уравнение пограничного слоя. Машины для транспортировки жидкости. Характеристика сети перемещения жидкости. Статический и динамический напор в сети.

ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ОТВЕРСТИЙ И НАСАДКОВ

Классификация отверстий и основные характеристики истечения. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке (незатопленные и затопленные отверстия). Гидравлический расчёт отверстий. Насадки. Классификация и область применения. Гидравлический расчёт насадков. Истечение жидкости при переменном напоре

(опорожнение резервуара, опорожнение сообщающихся сосудов).

ТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ И НЕВЯЗКОГО (ИДЕАЛЬНОГО) ГАЗА

Скорость распространения возмущений. Метод малых возмущений. Гидравлический удар. Прямой скачок уплотнения. Характеристики одномерного течения. Движение идеального газа в канале переменного сечения (сопло Лаваля). Сверхзвуковые течения. Косой скачок уплотнения. Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Течение жидкости при фазовом равновесии. Тепловой скачок и скачок конденсации.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики » и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование групповых, индивидуальных аудиторных занятий с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- организация и проведение лекций;
- подготовка по тематике семинарских занятий;
- организация и проведение семинарских занятий.

Удельный вес семинарских занятий, проводимых по дисциплине «Основы термо-, гидро- и газодинамики» составляет 25% аудиторных занятий.Занятия лекционного типа составляют 75% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе изучения дисциплины студенты выполняют индивидуальное задание - расчетно-графическую работу. Форма итоговой аттестации - Зачет.

В процессе обучения для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики», позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся используются контрольные вопросы для практических занятий и типовые задания для расчетно-графических работ.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Основы термо-, гидро- и газодинамики ».

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК - 5	Способен проектировать и разрабатывать программные решения в области систем автоматизированного проектирования и другого инженерного программного обеспечения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания:

ПК-5 - Способен проектировать и разрабатывать программные решения в области систем автоматизированного проектирования и другого инженерного программного обеспечения				
знать: - принципы симуляции физической среды в том числе с использованием систем инженерного анализа; - основные принципы сопротивления материалов, газо-гидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний: принципы симуляции физической среды в том числе с использованием систем инженерного анализа; основные принципы сопротивления материалов, газо-гидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний: принципы симуляции физической среды в том числе с использованием систем инженерного анализа; основные принципы сопротивления материалов, газо-гидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний: принципы симуляции физической среды в том числе с использованием систем инженерного анализа; основные принципы сопротивления материалов, газо-гидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний: принципы симуляции физической среды в том числе с использованием систем инженерного анализа; основные принципы сопротивления материалов, газо-гидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
уметь: - использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа, технологической подготовки производства, сопровождения жизненного цикла изделия;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа, технологической подготовки производства, сопровождения жизненного цикла изделия.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений: использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа, технологической подготовки производства, сопровождения жизненного цикла изделия. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений: использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа, технологической подготовки производства, сопровождения жизненного цикла изделия. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений: использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа, технологической подготовки производства, сопровождения жизненного цикла изделия. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности
владеть: - навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения для инженерных задач	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения для инженерных задач.	Обучающийся владеет навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения для инженерных задач, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей,	Обучающийся частично владеет навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения для инженерных задач, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях,	Обучающийся в полном объеме владеет навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения для инженерных задач, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

		Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Основы термо-, гидро- и газодинамики ».

Шкалы оценивания результатов аттестации и их описание:

Форма аттестации: **экзамен.**

Аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы термо-, гидро- и газодинамики» - зачтены ответы на контрольные вопросы для текущего контроля знаний по дисциплине, и выполнено и защищено индивидуальное задание.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности при аналитических операциях, затрудняется при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.

Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, допускаются значительные ошибки, неточности при аналитических операциях, испытывает значительные затрудняется при применении навыков в новых ситуациях
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Жуков, Н.П. Основы термо-, гидро- и газодинамики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.П. Жуков. - Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. - 92 с
2. Земцов, В. М. Гидравлика /В. М. Земцов. - М.: Издательство АСВ, 2007. - 351с.

б) дополнительная литература:

1. Калицун, В. И. Основы гидравлики и аэродинамики /В. И. Калицун, Е. В. Дроздов, А. С.Комаров, К. И. Чижик. - М. : Стройиздат, 2002. - 296с.
2. Калицун, В. И. Гидравлика, водоснабжение и канализация /В. И. Калицун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков.-М.: Стройиздат, 2001. - 397с.
3. Метревели, В. Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями /В. Н. Метревели. - М.: Высшая школа, 2007. - 192с.
4. Сайруддинов, С. Ш. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения /С. Ш. Сай руддинов. - М.: Издательство АСВ, 2004. - 344с.
5. Ухин, Б. В. Гидравлика /Б. В. Ухин. - М.: Форум, 2009. - 463с.
Минск: Выш. школа, 1980. - 224с.
6. Махлаёв, В. К. Гидравлика. Гидростатика /В. К. Махлаёв. - Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2007. - 46с.
7. Махлаёв, В. К. Гидравлика. Основы гидродинамики /В. К. Махлаёв. - Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2006.-69с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

При реализации программы бакалавриата организация вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://online.mospolytech.ru/).

СДО Московского Политеха «Основы термо-, гидро- и газодинакмики»: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9972

Интернет-ресурсы:

№ п/п	Электронный ресурс	№ договора. Срок действия доступа	Названия коллекций
1.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru)	Договор № 121_64.44.ЕП/19 от 30.05.2019 г. с ООО «Директ-Медиа». с 29.05.2019 г. по 28.05.2020 г.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru)
2.	ЭБС «Издательства Лань» (e.lanbook.com)	Договор № 91_33.44.ЕП/19 от 30.04.2019	ЭБС «Издательства Лань» (e.lanbook.com)
3.	ЭБС «Polpred» (polpred.com)	Постоянный доступ	Обзор СМИ (архив публикаций за 15 лет)
4.	Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru	Постоянный доступ	3800 наименований журналов в открытом доступе
5.	Доступ к электронным ресурсам издательства Springer Nature	Письмо в ФГБОУ «РФФИ» от 06.08.2018 № 20-21-18/3874 С 01.04.2018 - бессрочно	Доступ к электронным ресурсам издательства Springer Nature
6.	Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru	Свободный доступ	Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств» ауд. АВ1810, АВ1101, оснащенные компьютером и проектором, а также методическими материалами по дисциплине «Основы термо-, гидро- и газодинамики ».

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

- Для подготовки к семинарским занятиям необходимо использовать лекционный материал, а также указанную на лекции техническую литературу по теме семинара.

- Для подготовки и решению расчетно-графической работы необходимо использовать лекционный материал, материал практического занятия по теме РГР, а также указанную на практическом занятии техническую литературу по теме работы.

-Для подготовки к зачету по теме дисциплины необходимо использовать лекционный материал, материал практического и семинарских занятий, а также указанную на лекции техническую литературу по дисциплине.

10. Методические рекомендации для преподавателя

-Для проведения лекций по дисциплине «Основы термо-, гидро- и

газодинамики отрасли» необходимо использовать курс лекций, составленный по

тематическому плану, представленному в программе курса и методическими материалами, расположенными в лаборатории. При изложении материала рекомендуется пользоваться интернет -ресурсами, с показом фильмов и слайдов по тематике материала.

-При проведении практического занятия необходимо пользоваться примером решения варианта РГР, подобного вариантам задания для студентов с численным его решением.

- При проведении семинарских занятий использовать вопросы по тематике курса для проведения текущего контроля и методическими материалами, расположенными в лаборатории.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **09.03.01 "Информатика и вычислительная техника".**

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики » по направлению подготовки 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника"» (бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	**ВВЕДЕНИЕ** Роль и значение гидрогазодинамики в подготовке специалистов по направлению Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. История развития механики жидкости и газа.	5	1	1			4								
2.	**ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ** Гидрогазодинамикой называют один из разделов механики - механику жидкостей и газов. Механика жидкости и газа включает: - кинематику жидкости,	5	2	1			4								

	в которой изучают изменение формы, размеров и пространственного расположения жидких объёмов (отвлекаясь от причин их вызвавших); - гидростатику, в которой изучают условия равновесия жидкости в силовом поле; - динамику, в которой изучают законы движения жидкости. Определение (понятие) жидкости, газа. Понятие сплошности. Критерий сплошности.						4								
3.	**ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ** Основные физические свойства жидкостей и газов. Сжимаемость. Температурное расширение. Вязкость. Поверхностное натяжение. Модель идеальной жидкости. Неньютоновские жидкости.	5	3 4	1 1			4								
4.	**ГИДРОСТАТИКА** Силы, действующие в жидкости. Свойства давления в покоящейся жидкости. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости.	5	5 6	1 1			4								

	Уравнения Эйлера равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой (равновесие) жидкости. Приборы для измерения давления.														
5.	**ДИНАМИКА ЖИДКОСТИ, ЛИШЕННОЙ ВЯЗКОСТИ** Основные понятия кинематики жидкости: траектория, линия тока, элементарная струйка, трубка тока, живое сечение, элементарный расход. Поток жидкости. Средняя скорость. Виды движения жидкости. Одномерные потоки жидкостей и газов. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости Подобие гидромеханических	5	78	21			4								

	процессов. Число Рейнольдса. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения.														
6.	**ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ** Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости. Физический смысл уравнения Бернулли (геометрическое и энергетическое толкование). Уравнение расхода. Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь. Движение газов: условие применимости законов гидравлики к движению газов. Пограничный слой. Дифференциальное уравнение пограничного слоя. Машины для транспортировки жидкости. Характеристика сети перемещения жидкости. Статический и динамический напор в сети.	5	9 10	2 1			4								

7.	**Семинар по теме:** 1. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ 2. ГИДРОСТАТИКА И ГИДРОДИНАМИКА ЖИДКОСТЕЙ.	5	11			12	4								
8.	**Практическое занятие по теме:** Определение мощности насоса, необходимой для передачи жидкости в гидравлической системе с разными сопротивлениями и построение графика ее работы. **Выдача задания на РГР**	5	12			12	6				+				
9.	**ИСТЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ ИЗ ОТВЕРСТИЙ** Основные характеристики истечения. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке Гидравлический расчёт отверстий. Истечение жидкости из донных отверстий. Истечение жидкости при постоянном напоре.	5	13 14	2 1			4								

	Истечение жидкости при переменном напоре. Принципы измерения скорости и расхода .														
10.	**Аэродинамика (МЕХАНИКА ГАЗА)** Физические свойства газов. Статика газов. Статическое давление. Приведенное статическое давление. Динамика газа. Уравнение неразрывности потока. Приведенное полное давление. Уравнение Бернули для газа. Разность давлений и потеря давления. Режимы движения газов. Аэродинамика инженерных сетей. Движение идеального газа в канале переменного сечения (сопло Лаваля).	5	15 16	2 1			4								
11.	**Семинар по теме: Аэродинамика (МЕХАНИКА ГАЗА)**	5	16			12	4								
12.	Прием РГР		17								Защ. РГР				
13.	**Обзорное семинарское занятие.**	5	18				4								
	Форма аттестации	5	**19**											**Э**	

	Всего часов по дисциплине в пятом семестре			18		36	54				+				

Приложение 2 к рабочей программе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль **«Интеграция и программирование в САПР»**

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основы термо-, гидро- и газодинамики

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составители:

профессор, д.т.н. / Г.В. Божко /

профессор, к.т.н. /И.В. Скопинцев/

Москва, 2023 г

Приложение 3 к
рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Основы термо-, гидро- и газодинамики »

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
9	Расчетнографическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетнографической работы
12	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Комплект заданий для выполнения расчетно- графической работы

Задание № 1

Дано: объём воды, подаваемой в сеть **Q =** м³/ч;
длина трубопровода по горизонтали **L** = м;
длина трубопровода по вертикали **H** = м″
среднее значение эквивалентной шероховатости трубы Д = мм;
количество поворотов трубы на 90° Z_1 = ;
количество задвижек на линии Z_2 = ;
давление воды в приемном баке p_2 = МПа;
давление на уровне всасывания - атмосферное.

Рассчитать характеристику сети и определить требуемые для работы на эту сеть параметры центробежного насоса.

По полученной характеристике сети установить тип рабочего колеса центробежного насоса, необходимое их количество и определить основные геометрические параметры рабочего колеса.

Определить осевую силу, возникающую при работе насоса, и дать рекомендации по ее компенсации. Выполнить эскиз рабочего колеса и схему размещения рабочего колеса (колес) на валу насоса. При расчете принять к.п.д. насоса n = 0,65.

Данные в таблице:

№	Q	L	H	Д	Z_1	Z_2	p_2
1	40	95	60	0,08	4	2	0,4
2	30	25	20	0,06	3	2	0,35
3	25	20	10	0,07	5	2	0,3
4	27	15	20	0,08	5	3	0,25
5	32	60	30	0,07	4	3	0,35
6	35	20	40	0,06	5	2	0,4
7	40	80	50	0,08	4	5	0,45
8	28	10	15	0,07	4	1	0,2
9	27	10	30	0,06	4	4	0,25
10	30	30	15	0,08	3	2	0,3

11	35	20	30	0,07	5	3	0,35
12	45	60	50	0,06	3	2	0,4
13	40	55	45	0,08	5	3	0,45
14	38	60	40	0,07	4	2	0,35
15	25	15	30	0,06	5	4	0,2

Вопросы по темам/разделам дисциплины

«Основы термо-, гидро- и газодинамики »

Введение в гидрогазодинамику

1. В «Гидрогазодинамике» применяются методы исследования: 1) только экспериментальные; 2) только аналитические; 3) аналитические, численные и экспериментальные; 4) аналитические, экспериментальные и ряд других.
2. Жидкость - это физическое тело, 1) способное заполнять пустоты; 2) способное изменять форму под действием сил; 3) способное изменять свой объем; 4) способное течь.
3. Укажите правильное выражение для плотности жидкости (у - ее удельный вес): 1) p=yg; 2) p=g/y; 3) p=y/g.
4. В каких единицах в системе СИ измеряется удельный вес воды? 1) т/м3; 2) Н/м3; 3) кг/м3.
5. Укажите размерность коэффициента объемного сжатия. 1) безразмерный; 2) Па; 3) м2/Н; 4) Н/м2.
7. Вязкость жидкости это способность 1) сопротивляться скольжению ее слоев; 2) преодолевать внутреннее трение жидкости; 3) перетекать за минимальное время; 4) преодолевать силу трения жидкости о стенки.
8. Укажите размерность кинематического коэффициента вязкости 1) м2/с; 2) м/с2; 3) с/м2.
9. Укажите размерность динамического коэффициента вязкости 1) Па-с; 2) Па/м; 3) Па/с2
10. Когда вязкость воды в реке больше, летом или осенью перед ледоставом? 1) одинаковая; 2) осенью; 3) летом
11. Как изменяется вязкость жидкости с увеличением скорости ее течения? 1) не изменится; 2) увеличится; 3) уменьшится
12. Вязкость жидкостей измеряют с помощью... 1) ареометров; 2) манометров; 3) вискозиметров; 4) сталагмометров.
13. Идеальной называется жидкость, 1) в которой отсутствует внутреннее трение; 2) наиболее подходящая для применения; 3) способная хорошо сжиматься; 4) существующая только в определенных условиях.

Гидростатика

1. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ? 1) в паскалях; 2) в атмосферах; 3) в мм ртутного столба; 4) в барах.
2. Какое давление обычно показывает манометр? 1) абсолютное; 2) избыточное; 3) атмосферное; 4) вакуумметрическое.
3. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях? 1) 100 МПа; 2) 100 кПа; 3) 10 ГПа; 4) 1000 Па.

4. Как изменится давление в центре тяжести горизонтальной площадки, если ее повернуть на 30о вокруг оси, проходящей через центр тяжести? 1) уменьшится; 2) увеличится; 3) не изменится

5. Какой закон отражен в основном уравнении гидростатики? 1) Архимеда; 2) Паскаля; 3) Ньютона

6. Абсолютное давление на свободной поверхности равно атмосферному. Чему равно избыточное давление на глубине h? 1) p=po+pgh; 2) p=pgh □ po; 3) P=pg^{h}

7. Абсолютное давление на поверхности воды равно атмосферному (ратм=1 ат). Чему равно избыточное давление на поверхности? 1) 9,81 кПа; 2) 98,1 кПа; 3) 0,0 кПа

8. Абсолютное давление на свободной поверхности жидкости равно 117,72 кПа. Чему равно избыточное давление, если Ра=1 ат? 1) 0; 2) 19,62 кПа; 3) 10 кПа

9. Открытый пьезометр подключен к резервуару с водой на глубине h=1 м. Высота воды в пьезометре Н=3 м. Определить абсолютное давление на поверхности воды в резервуаре. 1) 117,2 кПа; 2) 98,1 кПа; 3) 196,2 кПа

10. Где приложена сила гидростатического давления на наклонную плоскую площадку? 1) в центре тяжести площадки; 2) выше центра тяжести; 3) ниже центра тяжести

11. Укажите правильную зависимость для определения силы гидростатического давления жидкости на плоскую поверхность 1) $P=(p_o+pg)ra$; 2) $P=p_o+pgh$; 3) $P=(p_o+pgh)w$

12. Сила давления жидкости на плоскую наклонную поверхность определяется по зависимости $F=p_oS+pghS$. Где приложена сила poS ? 1) выше центра тяжести площадки; 2) ниже центра тяжести; 3) в центре тяжести

13. Определить горизонтальную силу, действующую на шар (r=0,2 м), находящийся в воде на глубине Н=4,5 м 1) Рг=5,02 кН; 2) Рг=0 кН; 3) Рг=4,85 кН

14. Когда тело давления на криволинейную поверхность является мнимым? 1) если оно расположено на смоченной стороне поверхности; 2) если оно расположено на не смоченной стороне поверхности.

15. Как приложена равнодействующая гидростатического давления относительно центра тяжести прямоугольной боковой стенки резервуара? 1) ниже; 2) выше; 3) совпадает с центром тяжести; 4) смещена в сторону.

16. Относительный покой жидкости устанавливается, когда действующие на нее 1) силы тяжести и инерции постоянны; 2) силы тяжести и инерции переменны; 3) только сила тяжести неизменна; 4) сила тяжести неизменна, а сила инерции изменяется.

17. Основное уравнение гидростатики имеет вид ... 1) $p = p_o + p_a$; 2) $p = p_и - p_a$; 3) $p = p_и - p_h$; 4) $p = p_o + pgh$.

18. Высота подъема воды в открытом пьезометре составляет 2 м, а точка его присоединения заглублена на 3 м под уровень воды. Тогда поверхностное абсолютное давление равно ... ат. 1) 0,9; 2) 0,3; 3) 0,5; 4) 0,2.

19. Приблизительная сила избыточного гидростатического давления в закрытом сосуде на горизонтальную прямоугольную площадку равна ... кН. При условии, что она заглублена в воду на 4 м, длина стенки 3 м, а ширина 6 м.

Поверхностное избыточное давление составляет 20 кПа. 1) 360; 2) 180; 3) 720; 4) 1080.

20. Поверхность в жидкости, во всех точках которой давление одинаково, называется 1) свободной; 2) статической; 3) поверхностью покоя; 4) поверхностью уровня.

21. Определить осадку понтона, загруженного песком на высоту h1 2м, плотность песка p=2000 кг/м3. Размеры понтона b=8 м, 1=40 м. Вес самого понтона 0,6 МН, g=10 м/с2. 1) h=4,3 м; 2) h=3,5 м; 3) h=4,5 м

22. Два деревянных бруска весом 20 Н (p1=400 кг/м3, p2=500 кг/м3) плавают. У которого объем надводной части будет больше? 1) одинаковые; 2) у первого; 3)у второго

23. Два бруска одного веса (10 кН) железный и деревянный фж=7800 кг/м3, рд=400 кг/м3) помещены в воду. Один из них тонет, а другой плавает. На который из них действует наибольшая выталкивающая сила? 1) на железный; 2) на деревянный; 3) равные

24. Бетонная плита весит в воздухе 117,6 кН, а в воде 68,6 кН. Определить плотность бетона 1) p=2800 кг/м3; 2) p=2400 кг/м3; 3) p=1940 кг/м3

25. Два шара из чугуна и дерева, с равными объемами, полностью погружены в воду. На который из них будет действовать наибольшая выталкивающая сила? 1) на деревянный; 2) на чугунный; 3) одинаковые 27. Плавающий пароход неустойчив, что следует загрузить? 1) трюм; 2) палубу

Г идродинамика

1. Как называется часть движущейся жидкости, ограниченная трубкой тока? 1) поток; 2) линия тока; 3) элементарная струйка

2. Как называется поток, окруженный со всех сторон газовой средой? 1) напорный поток; 2) струя; 3) безнапорный поток

3. Как изменится смоченный периметр в трубе с уменьшением ее диаметра в 2 раза? 1) увеличится в 2 раза; 2) уменьшится в 2 раза; 3) не изменится

4. Определение расхода объемным методом предполагает измерение 1) скорости и площади потока; 2) площади и уклона водотока; 3) времени наполнения сосуда; 4) напора перед сужающим устройством.

5. При установившемся течении диаметр трубы увеличивается в 2 раза. Как изменится расход? 1) не изменится; 2) увеличится в 2 раза; 3) уменьшится в 2 раза

6. Укажите правильную формулу для определения объемного расхода Q 1) Q=®V; 2) Q=®/V; 3) Q=V/®

7. Какая труба является короткой? 1) труба длиной менее 100 м; 2) потери в трубе равны 0; 3) потери в трубе на местные сопротивления соизмеримы с потерями по длине.

8. Когда пьезометрическая линия совпадает с напорной? 1) давление меньше атмосферного; 2) удельная энергия положения равна 0; 3) скорость течения равна 0

9. Скорость на оси трубы в ламинарном потоке увеличилась в 4 раза. Как изменится расход? 1) не изменится; 2) увеличится в 2раза; 3)увеличится в 4 раза; 4) увеличится в 8 раз

10. Какой параметр будет одинаковым для параллельно соединенных участков трубопровода? 1) потери напора; 2) расход; 3) коэффициент трения. цилиндрического насадка? 1) г 0,64; 2) е=1; 3) е==0,82.

11. При установившемся течении диаметр трубы уменьшается в 2 раза. Как изменится скорость? 1) увеличится в 8 раз; 1) увеличится в 4 раза; 2) увеличится в 2 раза; 3) не изменится

12. Какому виду течения соответствует наличие в потоке уклона дна и свободной поверхности? 1) напорному; 2) неустановившемуся; 3) безнапорному; установившемуся.

13. Как изменяется пьезометрическая линия вдоль потока? 1) повышается; 2) может и побышаться, и понижаться; 3) понижается

14. Укажите правильную зависимость для определения коэффициента гидравлического трения X в квадратичной зоне турбулентного режима. 1) X=64/Re; 2) X=8g/C2; 3) X=0,3164/Re0,25

15. Определить расход жидкости в трубе диаметром d=200 мм, длиной 1=100 м, если потери по длине йдл=2,5 м, коэффициент гидравлического трения X=0,025, g=10 м/с2. 1) Q=62,8 дм3/с; 2) Q=31,4 дм3/с; 3) Q=94,2 дм3/с

16. Укажите, в какой зоне турбулентного режима находится поток, если Re=20100, абсолютная шероховатость Дэ=1,2 мм, а диаметр трубы d=100 мм. 1) гидравлически гладкой; 2) квадратичной; 3) переходной

17. Определить потери по длине в трубе длиной 1=100 м и диаметром d=200 мм, если расход в ней Q=0,0628 м3/с, а коэффициент трения X=0,025. 1) Ьдл=1,5 м; 2) Ьдл=2,5 м; 3) Ьдл=1,25 м

18. Определить потерю напора на входе в трубу при расходе Q=62,8 дм3/с, диаметр трубы d=200 мм, свх=0,4, ускорение силы тяжести принять равным 10 м/с2. 1) Ьвх=15 см; 2) Ьвх=8 см; 3) Ьвх=12 см

19. Определить высоту водонапорной башни для подачи воды с расходом Q=20 дм3/с по горизонтальному водоводу длиной 1=800 м. Расходная характеристика трубы К=100 дм3/с. 1) Н=15 м; 2) Н=32 м; 3) Н=22 м

20. Средние скорости потока жидкости при плавно изменяющемся и параллельно-струйном движении в соответствии с уравнением неразрывности ... 1) обратно пропорциональны площадям живых сечений; 2) прямо пропорциональны площадям живых сечений потока; 3) постоянны вдоль потока; 4) зависят от времени

21. Величина $V^2/2g$ в энергетической интерпретации уравнения Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости при действии сил тяжести и сил давления называется ... напором. 1) скоростным; 2) гидродинамическим; 3) пьезометрическим; 4) гидростатическим.

22. Движение жидкости, при котором отсутствуют изменения (пульсации) местных скоростей, приводящих к перемешивания жидкости, называют ... 1) кавитационным; 2) турбулентным; 3) переходным; 4) ламинарным.

23. Общие потери напора в случае последовательного соединения участков при расчете длинного трубопровода определяются как сумма . 1) потерь на любом из участков; 2) потерь на всех участках; 2) всех потерь по длине; 4) всех местных потерь.

24. Из бака прямоугольной формы вытекает вода через малое донное

отверстие. Как изменится время опорожнения бака, если площадь его дна уменьшить в 2 раза. 1) возрастет в 2 раза; 2) возрастет в 4 раза; 3) снизится в 2 раза; 4) снизится в 4 раза.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

1. Основы термо-, гидро- и газодинамики как наука и связь ее с другими дисциплинами.
2. Основные физические свойства жидкости.
3. Понятие об идеальной жидкости.
4. Силы, действующие на жидкость.
5. Гидростатическое давление и его свойства.
6. Основное уравнение гидростатики.
7. Закон Паскаля.
8. Некоторые случаи применения уравнения Бернулли.
9. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум.
10. Приборы для измерения давления.
11. Зависимость давления от глубины погружения. Эпюры давления.
12. Сила давления жидкости на плоские поверхности.
13. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности.
14. Плавание тел. Закон Архимеда.
15. Основные понятия и определения кинематики и динамики жидкости.
16. Уравнение неразрывности для потока жидкости.
17. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
18. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
19. Геометрический смысл уравнения Бернулли.
20. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
21. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.
22. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.

Пьезометрический уклон

24. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
25. Геометрический смысл уравнения Бернулли для потока жидкости.
26. Распределение скоростей по сечению потока при ламинарном режиме. Закон Стокса. Максимальное и среднее значение скорости потока.
27. Распределение скоростей по сечению потока при турбулентном режиме. Максимальное и осредненное значение скорости потока.
28. Интенсивность турбулентности, масштаб турбулентности и турбулентная вязкость потока.
28. Общая характеристика ламинарного движения жидкости.
29. Турбулентное движение жидкости. Пульсация и осредненная скорость.
30. Структура турбулентного потока в трубе.
31. Физическая природа гидравлических сопротивлений.
32. Потери напора по длине в трубах.
33. Физическая природа местных потерь напора.
34. Формула Ю. Вейсбаха для определения местных потерь напора. Коэффициент местных сопротивлений.

35. Местные сопротивления и их влияние на величину напора насоса.
36. Расчет потерь напора в трубопроводах с различными сопротивлениями.
37. Элементы теории подобия. Критерий Рейнольдса.
38. Элементы теории подобия. Критерий Фруда.
39. Элементы теории подобия. Критерий Вебера.
40. Элементы теории подобия. Критерий Эйлера.
41. Производные или зависимые критерии Галилея и Архимеда.
42. Истечение жидкости через отверстия в боковой поверхности.
43. Истечение жидкости из донного отверстия при постоянном уровне.
44. Истечение жидкости из донного отверстия при переменном уровне.
45. Гидравлический удар.
46. Принципы измерения скорости и расхода жидкости.
47. Аэродинамика. Физические свойства газов.
48. Статика газов. Статическое давление, эпюры давления на поверхность. Приведенное статическое давление газов.
49. Динамика газов. Уравнение неразрывности потока. Приведенное полное давление. Уравнение Бернулли для газов.
50. Понятия разность давлений и потеря давления для газов. Режимы движения газов. Аэродинамика инженерных сетей.
51. Расчет систем с естественной тягой.

Аннотация программы дисциплины:

«Основы термо-, гидро- и газодинамики»

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Основы термо-, гидро- и газодинамики» должна дать ясное представление как о теоретических методах расчета движения жидкости и газа, так и о практическом приложении этих методов для расчета оборудования различного назначения в химической промышленности.

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики » следует отнести:

- получение комплекса знаний основных законов гидрогазодинамики;
- приобретение умений и навыков их приложения в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- овладение типовыми методиками расчета аппаратов и процессов, а также методиками теоретического и экспериментального исследования в гидрогазодинамике.

К **основным задачам** о своения дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики » следует отнести:

- изучение основных законов равновесия и движения жидкости;
- изучение закономерностей гидромеханических процессов в химической промышленности;
- формирование умения выявлять и анализировать физическую сущность явлений и проблем, возникающих при расчете аппаратов и процессов, и находить пути их решения;
- формирование умения строить математические модели процессов движения жидкости и газа в трубопроводных и газопроводных системах;
- формирование навыков расчета движения жидкости и газа по трубопроводам.

4. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Основы термо-, гидро- и газодинамики » относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части базового цикла (Б.1.1.9) основной образовательной программы бакалавриата «Техника и технология полимерных материалов», взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части базового цикла (Б.1.):

- физика;
- безопасность жизнедеятельности.

В вариативной части базового цикла (Б.1.):

- системы инженерного анализа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК - 5	Способен проектировать и разрабатывать программные решения в области систем автоматизированного проектирования и другого инженерного программного обеспечения.	**ИПК-5.1 Знает:** ● принципы симуляции физической среды в том числе с использованием систем инженерного анализа; ● основные принципы сопротивления материалов, газо-гидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред; **ИПК-5.2 Умеет:** ● использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа, технологической подготовки производства, сопровождения жизненного цикла изделия; **ИПК-5.3 Владеет:** ● навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения для инженерных задач;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 54 часов - самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики» изучаются на **третьем** курсе в **пятом** семестре. Форма контроля - экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Основы термо-, гидро- и газодинамики» по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
1	**Аудиторные занятия**	**54**	5
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	5
1.2	Семинарские/практические занятия	-	
1.3	Лабораторные занятия	36	5
2	**Самостоятельная работа**	**54**	5
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф. зачет/экзамен	Экзамен	Экзамен
	Итого:	**108**	