

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

В.А. Небольсин /

17 января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидравлика и газодинамика инженерных систем»

Направление подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Программа магистратуры Технологические системы холодоснабжения
атомных электростанций

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Автор программы



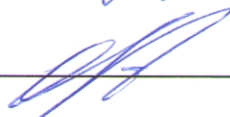
К.Г. Королев

Заведующий кафедрой
Твердотельной электроники



В.А. Небольсин

Руководитель ОПОП



О.В. Калядин

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование навыков гидравлических и аэродинамических расчетов инженерных систем

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучить основные параметры и конструкцию устройств гидравлических схем инженерных систем холодоснабжения
- выполнить гидравлические и аэродинамические расчеты инженерных систем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидравлика и газодинамика инженерных систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Гидравлика и газодинамика инженерных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	<i>Знать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения</i>
	<i>Уметь моделировать физические процессы</i>
	<i>Владеть способностью моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения</i>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Гидравлика и газодинамика инженерных систем» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Самостоятельная работа	54	9	45
Часы на контроль	54	27	27
Виды промежуточной аттестации - эк-замен	+	+	+

Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	72 2	108 3
--	----------	---------	----------

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Турбулентный режим движения жидкости	Турбулентный режим движения жидкости. Местные гидравлические сопротивления при турбулентном режиме. Другие виды местных сопротивлений. Кавитация.	6	6	8	20
2	Движение жидкости в трубах	Виды трубопроводов. Характеристики трубопровода. Гидродинамическое сопротивление в трубопроводах. Движение жидкости в трубах. Задачи при гидравлическом расчёте трубопровода. Расчёт простых трубопроводов. Сифонный трубопровод. Гидравлический удар.	6	6	8	20
3	Гидравлические расчет трубопроводов	Гидравлические расчет сложных трубопроводов. Виды соединений сложного трубопровода. Определение размеров труб по заданным в них расходам и перепадам напоров в питателях и приёмниках. Оптимальный диаметр трубопровода и средняя скорость движения жидкости.	6	6	8	20
4	Истечение жидкости из отверстий и насадок	Истечение жидкости. Сжатие струи. Истечение жидкостей из отверстия в тонкой стенке. Инверсия струи. Несовершенное сжатие струи. Истечение под уровень. Определение скорости и расхода жидкости при истечении из насадок. Истечение жидкости из коротких труб. Истечение жидкости при переменном напоре.	6	6	10	22
5	Насосы, вентиляторы, компрессоры	Основные параметры и классификация насосов, вентиляторов и компрессоров.	6	6	10	22
6	Гидравлика и газодинамика инженерных сетей	Гидравлический расчет трубопроводов холодильных систем. Аэродинамический расчет воздуховодов.	6	6	10	22
Итого			36	36	54	126

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 70- 100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь моделировать физические процессы	Тест	Выполнение теста на 70- 100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть способностью моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 70- 100%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1, 2 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь моделировать физические процессы	Решение стандартных практических задач	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть способностью моделировать физические процессы, протекающие в системах холодоснабжения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1) Устройство для напорного перемещения жидкости

а. Насос

б. Компрессор

с. Вентилятор

2) Устройство для перемещения газов при полном давлении не более 12

кПа

- a. Насос
- b. Компрессор
- c. Вентилятор

3) Устройство для перемещения газов при полном давлении более 12 кПа

- a. Насос
- b. Компрессор
- c. Вентилятор

4) Количество жидкости, проходящей через напорный патрубок насоса за единицу времени

- a. Подача насоса
- b. Напор насоса
- c. Мощность насоса

5) Приращение механической энергии жидкости при ее прохождении через насос вследствие работы привода

- a. Подача насоса
- b. Напор насоса
- c. Мощность насоса

6) Мощность, потребляемая насосом

- a. Подача насоса
- b. Напор насоса
- c. Мощность насоса

7) В каких единицах измеряется подача насоса?

- a. Дж/кг
- b. л/с
- c. м
- d. безразмерная величина

8) В каких единицах измеряется напор насоса?

- a. Дж/кг
- b. л/с
- c. м
- d. безразмерная величина

9) В каких единицах измеряется мощность насоса?

- a. Дж/кг
- b. л/с
- c. м
- d. безразмерная величина

10) Верно ли, что КПД экранированных насосов ниже мокростаторных?

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1) Верно ли, что тройник имеет местное сопротивление ниже диффузора?

2) Верно ли, что тройник имеет местное сопротивление ниже конфузора?

- 3) Верно ли, что тройник имеет местное сопротивление ниже колена с углом 90 градусов?
- 4) Верно ли, что тройник имеет местное сопротивление ниже обратного клапана?
- 5) Верно ли, что тройник имеет местное сопротивление ниже задвижки?
- 6) Верно ли, что задвижка имеет местное сопротивление ниже диффузора?
- 7) Верно ли, что задвижка имеет местное сопротивление ниже конфузора?
- 8) Верно ли, что задвижка имеет местное сопротивление ниже колена с углом 90 градусов?
- 9) Верно ли, что задвижка имеет местное сопротивление ниже обратного клапана?
- 10) Верно ли, что задвижка имеет местное сопротивление ниже тройника диффузора?

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- 1) Вентиляторы низкого давления
 - a. до 1 кПа
 - b. до 3 кПа
 - c. до 12 кПа
- 2) Вентиляторы среднего давления
 - a. до 1 кПа
 - b. до 3 кПа
 - c. до 12 кПа
- 3) Вентиляторы высокого давления
 - a. до 1 кПа
 - b. до 3 кПа
 - c. до 12 кПа
- 4) Верно ли, что вентилятор служит для перемещения воздуха при полном давлении до 12 кПа?
- 5) Верно ли, что вентилятор служит для перемещения воды при полном давлении до 12 кПа?
- 6) Верно ли, что вентилятор служит для перемещения воздуха при полном давлении более 12 кПа?
- 7) Верно ли, что вентилятор служит для перемещения воды при полном давлении более 12 кПа?
- 8) Какой вентилятор имеет ротор с лопатками, которые перемещают поток вдоль оси, вокруг которой они вращаются?
 - a. Осевой
 - b. Центробежный
 - c. Диаметральный
- 9) В каком вентиляторе поток воздуха проходит через входное отверстие вовнутрь ротора, где он получает вращательное движение?

ние?

- а. Осевой
- б. Центробежный
- с. Диаметральный

10) Какой вентилятор имеет ротор типа беличьего колеса, который выполнен в форме продолговатого цилиндра?

- а. Осевой
- б. Центробежный
- с. Диаметральный

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Турбулентный режим движения жидкости. Местные гидравлические сопротивления при турбулентном режиме. Другие виды местных сопротивлений. Кавитация. Виды трубопроводов. Характеристики трубопровода. Гидродинамическое сопротивление в трубопроводах. Движение жидкости в трубах. Задачи при гидравлическом расчёте трубопровода. Расчёт простых трубопроводов. Сифонный трубопровод. Гидравлический удар. Гидравлические расчет сложных трубопроводов. Виды соединений сложного трубопровода. Определение размеров труб по заданным в них расходам и перепадам напоров в питателях и приёмниках. Оптимальный диаметр трубопровода и средняя скорость движения жидкости. Истечение жидкости. Сжатие струи. Истечение жидкостей из отверстия в тонкой стенке. Инверсия струи. Несовершенное сжатие струи. Истечение под уровень. Определение скорости и расхода жидкости при истечении из насадок. Истечение жидкости из коротких труб. Истечение жидкости при переменном напоре. Основные параметры и классификация насосов, вентиляторов и компрессоров. Гидравлический расчет трубопроводов холодильных систем. Аэродинамический расчет воздухопроводов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 70 % правильных ответов

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 70 % до 80% правильных ответов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 80% до 90% правильных ответов

4. Оценка «Отлично» ставится в случае, если студент набрал более 90% правильных ответов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------------------	----------------------------------

1	<i>Турбулентный режим движения жидкости</i>	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	<i>Движение жидкости в трубах</i>	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	<i>Гидравлические расчет трубопроводов</i>	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	<i>Истечение жидкости из отверстий и насадок</i>	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	<i>Насосы, вентиляторы, компрессоры</i>	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	<i>Гидравлика и газодинамика инженерных сетей</i>	ПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование, решение стандартных и прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 20 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1) Глазков, В. В. *Техническая газодинамика : учебное пособие для вузов / В. В. Глазков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 108 с. — ISBN 978-5-507-51644-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/426272> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.*

2) Ржавцев, А. А. *Гидравлика : учебное пособие / А. А. Ржавцев. —*

Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2020. — 96 с. — ISBN 978-5-9239-1184-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159312> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3) Марон, В. И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах : учебное пособие / В. И. Марон. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1235-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210833> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- 1) Smath Studio
- 2) <https://old.education.cchgeu.ru>
- 3) <https://e.lanbook.ru>
- 4) <https://www.iprbookshop.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины требует наличия учебных аудиторий для проведения учебных занятий.

Оборудование аудитории 1:

- комплект учебной мебели:
 - рабочее место преподавателя (стол, стул);
 - рабочие места обучающихся (столы, стулья);
- технические средства обучения:
 - проектор;
 - экран;
- переносное техническое оборудование:
 - переносной компьютер.

Оборудование аудитории 2:

- комплект учебной мебели:
 - рабочее место преподавателя (стол, стул);
 - рабочие места обучающихся (столы, стулья);
- технические средства обучения:
 - персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, подключенные к сети Интернет - 20 шт.

Для самостоятельной работы используется «Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций / Аудитория для самостоятельной работы».

Оборудование аудитории:

- комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);

- рабочие места обучающихся (столы, стулья);

- технические средства обучения:

- персональный компьютер с возможностью подключения к сети

"Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Гидравлика и газодинамика инженерных систем» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков гидравлических и аэродинамических расчетов инженерных систем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные

	перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--	--

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--