

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Нововоронежский политехнический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(НВПИ НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДЕНА:

Руководителем НВПИ НИЯУ МИФИ

  
\_\_\_\_\_  
Е.Н. Булатова  
« 17 » март 2023г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Гидродинамика энергетических установок»**

**Направление подготовки:** 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

**Наименование образовательной программы:** Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

**Уровень образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Нововоронеж 2023 г.

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 кредитов, 324 часа.**

<b><i>Контактная работа</i></b>	<b><i>160</i></b>	<b><i>часов</i></b>
лекции	80	часов
практические занятия	48	часов
лабораторные занятия	32	часа

***Самостоятельная работа*** ***128*** ***часов***

***Форма отчетности:***

Экзамен	6	семестр
Зачет	5	семестр
Курсовая работа	6	семестр

**Курсы: 3**

**Семестры: 5,6**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цель изучения дисциплины «Гидродинамика энергетических установок»** – формирование знаний и умений необходимых для анализа и расчета одно- и двухфазных гидродинамических процессов в технологическом оборудовании и устройствах.

**1.2. Основными задачами изучения** дисциплины является овладение студентами:

- знаниями основных понятий, законов, гидравлики и газодинамики одно- и двухфазных потоков;
- знаниями методик анализа и расчета основных процессов гидравлики в аппаратах энергетических установок и в технологическом оборудовании;
- умением самостоятельно анализировать и рассчитывать гидродинамические процессы в аппаратах и трактах при течении однофазных и двухфазных потоков.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Гидродинамика энергетических установок» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1., изучается в 5,6 семестре.

Для освоения данной дисциплины требуется знание дисциплин: Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Начала анализа; Математический анализ; Общая физика (Механика. Молекулярная физика и основы термодинамики); Техническая термодинамика; Механика жидкости и газов;

Знания, умения и навыки, полученные в процессе освоения учебной дисциплины будут необходимы при дальнейшем изучении дисциплины Теплообмен, Теплообменные аппараты и парогенераторы, а так же :

- при написании отчетов по преддипломной практике;
- в процессе выполнения выпускной квалификационной работы;
- в профессиональной деятельности выпускников;

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ПК-3, Способен к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания

ПК-4 – Способен применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы пакетов

Согласно рабочему учебному плану направления в формировании данных компетенций участвуют дисциплины и виды практик:

**ПК-3 –**

Экология

Тепломассообмен  
 Электротехника и электроника  
 Теория переноса нейтронов  
 Обеспечение радиационной безопасности  
 Неразрушающие методы контроля оборудования АЭС  
 Гидродинамика энергетических установок  
 Философия науки и техники  
 Эксплуатация АЭС  
 Эксплуатация турбомашин АЭС  
 Производственная практика (эксплуатационная)  
 Производственная практика (преддипломная)  
 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  
**ПК-4 –**  
 Начертательная геометрия и инженерная графика  
 Тепломассообмен  
 Электротехника и электроника  
 Теория переноса нейтронов  
 Физика ядерных реакторов  
 Гидродинамика энергетических установок  
 Учебная практика (ознакомительная)  
 Учебная практика (технологическая)  
 Производственная практика (эксплуатационная)  
 Производственная практика (преддипломная)  
 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- З.1.** Знать методы проведения исследований и испытаний основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания;
- З.2.** Знать стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов;

**Уметь:**

- У.1.** Уметь проводить исследования и испытания основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания;
- У.2.** стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов

**Владеть:**

- В.1.** Владеть методами проведения исследований и испытаний основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания.
- В.2.** Владеть навыками работы со стандартными пакетами прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (кредита), 324 часов.

### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практ. Занятия/ семинары	Лаб. раб.	ИФ	Сам. раб.			
1	Водный режим основного и вспомогательного тепломеханического оборудования современных энергоблоков ТЭС, ТЭЦ и АЭС.	1-6	40	10	-	-	40	5УО	6ДЗ	20
2	Гидродинамика водяного, парового и двухфазного потока	7-10	30	10	-	-	40	9УО	10ДЗ	20
3	Силовое воздействие теплоносителя и рабочего тела на элементы тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС.	11-17	10	28	-	-	48	16УО	17ДЗ	20
4	Курсовая работа									10
	Экзамен									30
Итого за 3 семестр:			80	48	-		128	-	-	100

ДЗ – домашнее задание, УО – устный опрос.

### 4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Водный режим основного и вспомогательного тепломеханического оборудования современных энергоблоков ТЭС, ТЭЦ и АЭС. (6 часов).	Тепловые и гидравлические схемы энергоблоков ТЭС, ТЭЦ и АЭС. Коррозионные процессы в пароводяном тракте. Виды коррозии. Влияние различных факторов на протекание коррозионных процессов. Водный режим основного оборудования ТЭС и АЭС.
2.	Гидродинамика водяного, парового и двухфазного потока (4 часа).	Гидродинамика гомогенных сред в контурах ТЭС и АЭС. Гидродинамика двухфазного потока.
3.	Силовое воздействие теплоносителя и рабочего тела на элементы тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС. (6 часов).	Динамические нагрузки на элементы теплообменного оборудования и трубопроводных систем, возникающие при движении однофазных сред. Расчет нагрузок. Гидравлический удар и кавитация в тепломеханическом оборудовании и трубопроводах. Причины возникновения, расчет характеристик и параметров. Вибрация элементов теплообменного оборудования. Причины возникновения. Параметры вибрации. Мероприятия по устранению вибрации и акустического шума.

### 4.3. Лабораторные занятия

Раздел дисциплины	Лабораторные занятия			
	№ п/п	Наименование	Выполнение (час.)	
			Ауд.	СРС
Водный режим основного и вспомогательного теплового механического оборудования современных энергоблоков ТЭС, ТЭЦ и АЭС.	1	Определение вязкости воздуха в зависимости от температуры по теории ламинарного течения	5	5
	2	Определение параметров газа при дросселировании. Эффект Джоуля-Томсона	5	5
	3	Адиабатное течение трением	5	5
	4	Изучение процессов смешения в потоке	5	5
	5	Изучение процесса смешения при заполнении объема	5	5
	6	Исследование характеристик нагревателя воздушного потока	5	5
	7	Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении методом нагрева потока	2	2
Итого:			32	32

#### 4.4. Практические занятия

Раздел дисциплины	Практические занятия			
	№ п/п	Наименование	Выполнение (час.)	
			Ауд.	СРС
Водный режим основного и вспомогательного тепло-механического оборудования современных энергоблоков ТЭС, ТЭЦ и АЭС.	1	Реализация цикла Ренкина (по T-S диаграмме) во втором контуре с реактором ВВЭР 1000.	2	2
	2	Физико-химические характеристики водных сред контуров ТЭС и АЭС.	2	2
	3	Коррозия сталей, латуней, алюминиевых и циркониевых сплавов.	2	2
	4	Методы очистки воды и пара от примесей, газа и продуктов коррозии.	2	2
	5	Водный режим вспомогательного тепло-механического оборудования ТЭС и АЭС.	2	2
	6	Химические очистки оборудования ТЭС и АЭС.	2	2
Гидродинамика водяного, парового и двухфазного потока	7	Гидравлический расчет трубопроводов и теплообменного оборудования.	4	2
	8	Газодинамический расчет паропроводов.	2	2
	9	Расчет гидравлических сопротивлений при двухфазном движении потока.	2	2
	10	Расчет гидравлической и тепловой неравномерности параллельно включенных труб	2	2
Силовое воздействие теплоносителя и рабочего тела на элементы тепло-механического оборудования ТЭС и АЭС.	11	Расчет силового воздействия при обтекании твердых тел жидкой и воздушной (паровой) средой.	2	2
	12	Расчет силового воздействие жидкой и воздушной (паровой) струи на твердые тела (лопатки гидро-, газо-, и паротурбинных установок).	2	2
	13	Прямой и непрямо гидравлические удары. Расчет величины повышения давления. Оценка прочности трубопроводов и оборудования на гидроудар. Конструкция гидротарана.	2	2
	14	Расчет параметра кавитации, и его критические значения. Кавитационная стойкость (запас) материалов и оборудования. Методы борьбы с кавитацией.	4	2
	15	Расчет собственных частот, частот и амплитуд вибрации одиночной, ряда и пучков теплообменных многопролетных труб.	4	2
	16	Расчет виброизноса и циклической прочности теплообменных труб. Конструктивные мероприятия по подавлению негативных последствий вибрации.	2	2
Итого:			48	48

### 1.3 Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для более глубокого понимания разделов изучаемой дисциплины, подготовку к защите лабораторных работ и выполнение контрольных заданий.

Самостоятельная работа студента (СРС)	Семестр 4
Изучение теоретического материала (задания лектора), в т.ч. подготовка к экзамену	70
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	58
Итого	128

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### 5.1. Образовательные технологии

При реализации программы курса «Гидродинамика энергетических установок» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций, оформленных в форме презентаций, с элементами интерактивности. Лабораторные занятия проводятся на учебных стендах.

При проведении лабораторных работ используется следующая структура занятия:

1. Постановка конечной и формулировка промежуточных целей лабораторной работы.
2. Разъяснение теоретических основ выполняемой работы (с тематическими презентациями) и последовательности операций, выполняемых на учебном стенде.
3. Практические рекомендации по выполнению лабораторной работы.
5. Обсуждение материала выполняемой работы в форме «вопрос-ответ».
6. Выполнение лабораторной работы на учебном стенде.
7. Оформление результатов лабораторного исследования.
8. Заключительное слово преподавателя.

### 5.2. Информационные технологии

Используется электронный ресурс в виде учебных фильмов и презентаций лекционных тем, которые выдаются всем студентам.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)**

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

*6.1.1 Модели контролируемых компетенций*



Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ПК-3, Способен к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания

ПК-4 – Способен применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы пакетов

В результате освоения дисциплины студенты, для формирования данных компетенций студенты должны:

**Знать:**

**З.1.** Знать методы проведения исследований и испытаний основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания;

**З.2.** Знать стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов;

**Уметь:**

**У.1.** Уметь проводить исследования и испытания основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания;

**У.2.** стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов

**Владеть:**

**В.1.** Владеть методами проведения исследований и испытаний основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания.

**В.2.** Владеть навыками работы со стандартными пакетами прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов.

*6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:*

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Водный режим основного и вспомогательного тепломеханического оборудования современных энергоблоков ТЭС, ТЭЦ и АЭС.	ПК-3 ПК-4	5УО	6КР
2	Гидродинамика водяного, парового и двухфазного потока	ПК-3 ПК-4	9УО	10КР
3	Силовое воздействие теплоносителя и рабочего тела на элементы тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС.	ПК-3 ПК-4	16УО	17КР

Формами аттестации по дисциплине являются контроль выполнения практических работ, лабораторных работ, контрольная работа, зачет в 5 семестре.

6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация).

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Контроль практической работы	Предполагает владение алгоритмом решения задач по пройденным темам	Задачи по пройденным темам
2	Контрольная работа	Выполнение заданий, позволяющее оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины	Комплект контрольных работ в фонде

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) Основная литература:

1. Чугаев, Р. Р. Гидравлика (Техническая механика жидкости) [Текст] : учеб. для вузов / Р. Р. Чугаев. – Изд. 6-е, репр. - Москва : БАСТЕТ, 2013. – 672 с. : ил.
2. Беленков, Ю. А. Гидравлика и гидропневмопривод [Текст] : учеб. для вузов / Ю. А. Беленков, А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. – Москва : БАСТЕТ, 2013. – 406 с. : ил.
3. Потанин, Е.П. Элементы гидродинамики [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Е. П. Потанин, В. Ф. Федоров. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. – Режим доступа:  
[http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?PATH=book-mephi%2FPotantin\\_Elementi\\_gidrodinamiki.pdf&Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?PATH=book-mephi%2FPotantin_Elementi_gidrodinamiki.pdf&Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426)

#### б) Дополнительная литература:

- 4.Кудинов, В.А. Гидравлика [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. - Изд. 3-е, стер. - М.: Высш. шк., 2008. - 199 с.
- 5.Давидсон, В. Е. Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Е. Давидсон. – М. : Академия, 2008. – 320 с.
- 6.Лапшев, Н.Н.Гидравлика [Текст]: учеб. для вузов / Н. Н. Лапшев. - М.: Академия, 2007. - 272 с.

7. Пасько, П.И. Механика жидкости и газа, гидрогазодинамика и гидравлика [Текст]: учеб. пособие / П. И. Пасько; Волгодон. ин-т ЮРГТУ. - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2005. - 144 с.
8. Фабер, Т.Е. Гидроаэродинамика [Текст] / Т. Е. Фабер; под ред. А.А. Павельева. - М.: Постмаркет, 2001. - 560 с.
9. Пасько, П.И. Задачи по гидравлике и механике жидкости и газа [Текст]: учеб.-метод. пособие / П. И. Пасько; М-во образования и науки Рос. Федерации. - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2008. - 26 с.
10. Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен [Текст]: учеб. Пособие для вузов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев - 3-е изд., стер. - М.: Издат. дом МЭИ, 2006. - 550 с.
10. Корсун, А.С. Гидродинамика ЯЭУ [Электронный ресурс] : сборник задач и упражнений / А. С. Корсун, Ю. А. Маслов, О. В. Митрофанов. - Москва : МИФИ, 2008. - (Учебная книга инженера-физика). - ISBN 978-5-7262-0960-9. - URL:  
[http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=%D0%93%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=VITI0001&PATH=book-mephi%2FKorsun\\_Gidrodinamika\\_YaEU\\_Sbornik\\_zadach\\_i\\_uprazhnenij\\_2008.pdf](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=%D0%93%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=VITI0001&PATH=book-mephi%2FKorsun_Gidrodinamika_YaEU_Sbornik_zadach_i_uprazhnenij_2008.pdf)

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

[www.rosatom.ru/](http://www.rosatom.ru/) - официальный сайт госкорпорации «Росатом».

[www.rosenergoatom.ru](http://www.rosenergoatom.ru) - официальный сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом».

<http://atomic-energy.ru/> - портал по атомной энергетике.

<http://lib.wwer.ru/> - электронная библиотека по атомной энергетике.

<http://ruatom.ru/> - сайт с материалами по АЭС.

<http://www.mephi.ru/> раздел полнотекстовая библиотека – сайт с учебными материалами.

*в) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»*

официальный сайт НВПИ НИЯУ МИФИ

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методическими материалами и документацией. Ее содержание представлено в локальной сети колледжа и находится в режиме свободного доступа для студентов.

Для преподавания дисциплины используются:

Лаборатория технологического оборудования\3

Мультимедиа-проектор TOSIBA

Ноутбук SAMSUNG;

Экран;

Столы ученические – 15 шт.;

Стулья ученические – 30 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя.

Лабораторный стенд «Гидравлика трубопроводных систем» ГТС-018-07ЛР.

Лабораторный стенд "Гидравлическое сопротивление водопроводной арматуры."

Учебный лабораторный комплекс Техническая термогазодинамика) (ТЕТ-ГАЗ)

ТТГД -011 – 05 ЛР-01

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	<p>Для конспектирования лекций следует выбирать тетради с полями, на которых впоследствии можно будет ставить всевозможные пояснения, пометки, даты лекция, отмечать непонятные или важные места. Каждая лекция должна начинаться с даты, темы самой лекции, плана, что в дальнейшем в значительной мере упростит работу над текстом. Используйте в конспекте принцип наглядности (зрительной памяти). Для этого проводите с текстом следующие манипуляции: подчеркивание, выделение цветом, прописные буквы, таблицы, схемы, зарисовки.</p> <p>Используйте конспекты, написанные собственноручно. Используйте сокращения и символы.</p>
Практические занятия	<p>Цель проведения практических занятий по дисциплине – выработка и закрепление навыков решения оптимизационных задач</p> <p>В начале каждого занятия студентам отводится 5-10 минут на повторение теоретического материала по теме практического занятия. Затем преподаватель вкратце напоминает алгоритм решения разбираемого на занятии типа задач (5 минут).</p> <p>Первая из предлагаемых к решению задач разбирается у доски с подробными комментариями каждого шага. Решение у доски может проводиться либо преподавателем, либо одним из наиболее успевающих студентов под руководством преподавателя. (В зависимости от типа решаемых задач – от 5 до 15 минут).</p>
Контрольная работа	<p>Для подготовки к контрольной работе необходимо воспользоваться литературой из рекомендованных источников. Важно обращать как можно больше внимания на практическую часть курса, фиксировать алгоритм решения всех задач, принимать участие в решении задач у доски.</p>
Контроль лабораторной работы	<p>Предполагает оформление отчетов по выполненным работам и ответы на вопросы по теме работы</p>

