

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

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

учебной дисциплины

### **ОП.11 Гидравлика и насосы**

для специальности

**14.02.01 Атомные электрические станции и установки**

Нововоронеж 2019 г.

ОДОБРЕНА:

Цикловой методической комиссией

теплоэнергетических дисциплин

Протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_ 2019 г.

Председатель ЦМК

\_\_\_\_\_ Н.М. Тарасова

УТВЕРЖДЕНА:

И.о. директора

\_\_\_\_\_ Г.В. Калинин

«\_\_» \_\_\_\_ 2019 г.

Рабочая программа учебной дисциплины ОП.12 Гидравлика и насосы разработана на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС СПО) по специальности 14.02.01 Атомные электрические станции и установки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №542 от 15 мая 2014 г.

Организация-разработчик: Нововоронежский политехнический колледж - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Разработчик: Романенко И.В., преподаватель

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины	4
2 Структура и содержание учебной дисциплины	8
3 Условия реализации рабочей программы учебной дисциплины	16
4 Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	18

# **1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.12 ГИДРАВЛИКА И НАСОСЫ**

## **1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:**

Рабочая программа дисциплины ОП.12 Гидравлика и насосы является обязательной частью профессионального цикла программы подготовки специалистов среднего звена (далее ППСЗ) в соответствии с ФГОС по специальности СПО 14.02.01 Атомные электрические станции и установки.

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании, в программах повышения квалификации и переподготовки персонала АЭС.

## **1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Программа дисциплины ОП.12 Гидравлика и насосы входит в профессиональный цикл как общепрофессиональная дисциплина.

В результате освоения курса обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия и определения гидравлики, относящиеся к равновесию и движению жидкости;
- нормы качества воды и пара;
- основополагающие уравнения, определяющие связь между параметрами течения или равновесия(покоя) жидкости;
- формулы, константы, коэффициенты, с помощью которых можно определить параметры различных гидравлических процессов и явлений;
- методы решения гидравлических задач;
- приборы и оборудование для определения гидравлических характеристик;
- основные понятия и определения процессов истечения жидкости и движения по трубопроводам и каналам;
- расположение оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), входящих в зону обслуживания;
- тепловые защиты и тепловые схемы котельной установки;

- устройство, принцип работы и технические характеристики котла и вспомогательного оборудования;

- свойства применяемого топлива и продуктов его сгорания, технико-экономические показатели работы оборудования;

- основные понятия и определения теории центробежного насоса;

- принципиальные технологические схемы АЭС;

- классификацию и технические характеристики насосов;

- назначение основных типов насосов АЭС.

Уметь:

- понимать физическую природу основных гидравлических процессов;

- классифицировать виды движения жидкости;

- объяснять причины и возможные последствия гидравлических процессов и явлений, возникающих или имеющих место в практике эксплуатации объектов атомной энергетики;

- использовать законы физики, теоретической механики, теплотехники для решения задач;

- владеть навыками гидравлического расчета оборудования (простого трубопровода), связанного с движением жидкости или воздействием на него покоящейся жидкости;

- рассчитывать параметры жидкой и газовой сред в статике и динамике для различных гидравлических процессов;

- владеть навыками решения различных гидравлических задач;

- владеть навыками разделения гидравлических процессов на виды и подвиды для их правильного математического описания и использования формул;

- владеть навыками теоретического обоснования использования уравнений и формул, определяющих рассматриваемое гидравлическое явление или процесс;

- пользоваться контрольно-измерительными приборами;

- осуществлять контроль работы обслуживаемого оборудования по показаниям средств измерений;

- разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов.

- ориентироваться в марках и конструктивных схемах насосов.
- разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов.
- владеть навыками расчета различных видов насосов.

Содержание учебной дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей ППССЗ по специальности 14.02.01 Атомные электрические станции и установки и овладению профессиональными (ПК) компетенциями

ПК 1.1. Проводить профилактический осмотр установок и устройств, узлов и деталей, средств измерений и автоматизации

ПК 1.2. Выявлять и определять причины неисправностей оборудования и технических систем

ПК 1.3. Обеспечивать проведение монтажа установок и устройств, средств измерений и автоматизации

ПК 1.4. Подготавливать оборудование и трубопроводы к дезактивации и ремонту

ПК 1.5. Участвовать в разработке конструкторской документации для изготовления типовых сборок и узлов, технологических процессов ремонта и монтажа оборудования и систем атомных станций

ПК 2.1. Контролировать работу оборудования и технических систем по показаниям средств измерений и сигнализации

ПК 2.2. Выявлять и определять причины отклонений от технологических режимов

ПК 2.3. Принимать меры при отклонениях от технологических режимов при эксплуатации теплоэнергетического оборудования и технических систем.

ПК 2.5. Вести учет работы оборудования, причин и продолжительности простоя.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы общие компетенции (ОК):

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать свою собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>148</b>
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	<b>98</b>
в том числе:	
теоретическое обучение (лекции)	64
практические занятия	10
лабораторные занятия	24
Самостоятельная работа	<b>50</b>
Промежуточная аттестация в форме <i>экзамена</i>	



## 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения
<b>Введение</b>	<b>Введение в дисциплину «Гидравлика и насосы»</b>		<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Гидравлика</b>		<b>22</b>	
<b>Тема 1.1. Физические свойства жидкости</b>	<b>1</b>	Плотность, сжимаемость, температурное расширение и удельный объем жидкости, их зависимость от температуры и давления. Теплоёмкость. Поверхностное натяжение и капиллярность. Вязкость и ее зависимость от температуры и давления	<b>2</b>	<b>1</b>
	<b>2</b>	Процессы кипения, испарения и конденсации. Динамическое равновесие жидкости и пара. Насыщенный пар. Нормы качества воды, конденсата и пара	<b>2</b>	<b>1</b>
	Самостоятельная работа обучающихся с дополнительной литературой		<b>10</b>	<b>3</b>
<b>Тема 1.2. Основы гидростатики и гидродинамики</b>	<b>1</b>	Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Давление жидкости на плоскую стенку и цилиндрические поверхности	<b>2</b>	<b>1</b>
	<b>2</b>	Устройство, принцип работы и технические характеристики котла и вспомогательного оборудования	<b>2</b>	<b>1</b>
	<b>3</b>	Основные понятия о движении жидкости: живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус потока. Поток и элементарная струйка. Трубка тока. Расход и средняя скорость. Движение установившееся и неустановившееся, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное. Уравнение неразрывности (сплошности) потока	<b>2</b>	<b>1</b>

	4	Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Физическая сущность и графическое представление уравнения	2	1
<b>Практическое занятие №1</b>		Решение задач по темам: «Физико-химические свойства жидкости», «Вязкость. Формула Ньютона» «Определение коэффициента динамической и кинематической вязкости». «Основное уравнение гидростатики»	2	2
<b>Тема 1.3. Гидравлические сопротивления</b>	1	Классификация гидравлических сопротивлений. Два режима движения жидкости. Опыт и критерий Рейнольдса. Шероховатость стенок трубопровода. Трубы гидравлически гладкие и гидравлически шероховатые. Турбулентное ядро и ламинарный слой при турбулентном движении. Методы определения коэффициента гидравлического трения	2	1
	2	Виды местных сопротивлений, их физическая природа. Эквивалентная длина местного сопротивления, приведенная длина. Сложение потерь напора. Измерение расхода движущейся жидкости. Эмпирические формулы для расчета коэффициента гидравлического трения	2	1
<b>Тема 1.4. Истечение жидкости и движение по трубопроводам и в каналах</b>	1	Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение жидкости через различные насадки. Практическое применение истечения в водоструйных насосах. Воздействие струи на преграду, реактивное действие струи. Истечение при аварийном разрыве трубопроводов. Аварийные ограничители	2	1
	2	Расположение оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), входящих в зону обслуживания	2	1

	3	Классификация трубопроводов. Сифонные трубопроводы. Применение сифонов на электростанциях. Гидравлический удар в трубах и меры борьбы с ним. Кавитация в трубах, причины ее возникновения и меры борьбы с ней. Методика расчетов простого трубопровода, гидравлические характеристики трубопроводов	4	1
		Самостоятельная работа обучающихся с дополнительной литературой	10	3
<b>Практическое занятие №2</b>		Решение задач по темам: «Определение коэффициента гидравлического трения при различных режимах течения жидкости», «Определение гидравлических потерь напора по длине и в местных сопротивлениях»	2	2
<b>Раздел 2</b>		<b>Насосы</b>	<b>18</b>	
<b>Тема 2.1. Общие сведения о насосах</b>	1	Термины, определения согласно Государственным стандартам. Основные технические характеристики насосов. Марки насосов. Конструктивные схемы насосов. Типы приводов насосов	4	1
		Самостоятельная работа обучающихся с дополнительной литературой. Изучение Государственных стандартов России на различные виды насосов	10	3
<b>Тема 2.2. Центробежные насосы</b>	1	Принцип действия центробежного насоса. Основные детали конструкции (колесо, вал, корпус, сальниковые уплотнения, подшипники)	4	1
	2	Треугольники скоростей жидкости на входе и выходе лопатки. Основное уравнение центробежного насоса (уравнение Л. Эйлера)	4	1
	3	Теоретическое давление, развиваемое насосом. Действительное давление. Рабочая характеристика насоса	6	1
		Самостоятельная работа обучающихся с дополнительной литературой	10	3

<b>Практическое занятие №3</b>	Решение задач по темам: «Определение мощности и КПД насосов различных видов». «Определение напора насосов различных видов»		<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Раздел 3</b>	<b>Котельные установки и насосное оборудование АЭС</b>		<b>24</b>	
<b>Тема 3.1. Схемы котельной установки и насосы электростанций</b>	<b>1</b>	Технологический процесс производства тепловой и электрической энергии. Допустимые отклонения рабочих параметров оборудования. Свойства применяемого топлива и продуктов его сгорания, технико-экономические показатели работы оборудования. Тепловые защиты и тепловые схемы котельной установки	<b>2</b>	<b>1</b>
	<b>2</b>	Назначение основных типов насосов. Требования к насосному оборудованию современных электростанций. Питательные насосные агрегаты, типы и параметры питательных насосов. Кавитация в питательных насосах и борьба с ней. Бустерные насосы, назначение, особенности конструкции. Регулирование работы питательного насоса. Принцип работы гидромурфы	<b>4</b>	<b>1</b>
	<b>3</b>	Конденсатные насосы, их типы, особенности конструкции, защита от кавитации. Выбор конденсатных насосов по НТП. Насосы перекачки конденсата греющего пара. Сетевые насосы, их типы и параметры, особенности конструкции	<b>4</b>	<b>1</b>
	<b>4</b>	Циркуляционные насосы технического водоснабжения, их типы и параметры; особенности конструкции. Центральные и блочные станции технического водоснабжения. Выбор применяемых для заполнения водой циркуляционных систем. Насосы химводоочистки. циркуляционных насосов по НТП	<b>4</b>	<b>1</b>
	Самостоятельная работа обучающихся с дополнительной литературой		<b>10</b>	<b>3</b>

<b>Практическое занятие №4</b>	Расчет насосов различного типа. Контрольные вопросы		<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Тема 3.2. Насосы парогенерирующих установок атомных станций</b>	<b>1</b>	Назначение, особенности конструкции и технические характеристики главных циркуляционных насосов (ГЦН) первого контура АЭС с водо-водяными реакторами (ВВЭР). Конструкции и технические характеристики ГЦН ядерной энергетической установки с реактором типа РБМК	<b>6</b>	<b>1</b>
	<b>2</b>	Конструкции и технические характеристики насосов для жидкометаллического теплоносителя. Назначение спецводоочистки атомных станций. Типы насосов. Особенности конструкций и конструкционные материалы насосов	<b>4</b>	<b>1</b>
	Самостоятельная работа обучающихся с дополнительной литературой		<b>10</b>	<b>3</b>
<b>Лабораторные работы</b>	Лабораторная установка - «Техническая термогазодинамика) (ТЕТ-ГАЗ) ТТГД -011 – 05 ЛР-01: Лабораторная работа № 1 Определение вязкости воздуха в зависимости от температуры по теории ламинарного течения Лабораторная работа № 2 Определение параметров газа при дросселировании. Эффект Джоуля-Гомсона Лабораторная работа № 3 Адиабатное течение трением Лабораторная работа № 4 Изучение процессов смешения в потоке Лабораторная работа № 5 Изучение процесса смешения при заполнении объема Лабораторная работа № 6 Исследование характеристик нагревателя воздушного потока Лабораторная работа № 7 Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении методом нагрева потока		<b>24</b>	<b>2</b>

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств)
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

### **3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация программы ОП.12 Гидравлика и насосы требует наличия лаборатории технологического оборудования.

Оборудование лаборатории:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- стенды;
- методические материалы по организации и проведению практических занятий,

лабораторных работ;

- учебный лабораторный комплекс (Техническая термогазодинамика) (ТЕТ-ГАЗ)

ТТГД -011 – 05 ЛР-01.

Технические средства обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением.

#### **3.2 Информационное обеспечение обучения**

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

##### **3.2.1 Печатные издания**

1. Гусев А.А. Гидравлика: учебник для академического бакалавриата – 2-е изд.,испр и доп. –М. :Юрайт, 2016г.
2. Кудинов В.А. Гидравлика: учебник и практикум для академического бакалавриата – 4-е изд.,пер и доп. –М. : Юрайт, 2016г.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003г.
4. Гидравлические расчеты в теплоэнергетических системах: Учеб. пособие /В.В. Фалеев, И.Г. Дроздов, С.В. Фалеев - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2000г.
5. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям–М.: Машиностроение,1975г.
6. Шелегов А.С.,Лескин С.Т.,Слободчук В.И. Насосное оборудование АЭС : Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011г.

7. Профессиональный стандарт «Машинист котлов в атомной энергетике», 2014 г.
8. Методические указания к практическим работам по ОП.12 Гидравлика и насосы, 2018.
9. Методические указания к лабораторным работам по ОП.12 Гидравлика и насосы, 2018.
10. 24.023 «Машинист котлов в атомной энергетике», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «04 » 06 2014 г. № 359н

### **3.2.2 Электронные издания (электронные ресурсы)**

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>
2. Министерство образования и науки РФ ФГАУ «ФИРО» <http://www.firo.ru/>
3. Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urait.ru> – Доступ по логину и паролю.
4. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
5. Российский общеобразовательный портал <http://www.school.edu.ru>
6. ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС «Book.ru» <https://www.book.ru>
8. Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) <http://www.rosatom.ru/>
9. «Концерн Росэнергоатом», ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва) <http://www.rosenergoatom.ru/>
10. <http://1000v.info>- информационный энергетический портал

### **3.2.3 Дополнительные источники**

1. Малюшенко В.В., Михайлов А.К. Энергетические насосы. Справочное пособие. - Энергоиздат, 1981.
2. Лашутина Н.Г., Макашова О.В., Медведев Р.М. Техническая термодинамика с основами теплопередачи и гидравлики. – Машиностроение, 1988
3. Справочник по гидравлическим расчетам. (Под общей редакцией П.Г. Киселева). – Энергия, 1972

4. Шерстюк А.Н. Насосы, вентиляторы, компрессоры. –Высшая школа, 1972.
  5. Рабинович Е.З. Гидравлика. –Недра, 1980.
  6. Будов В.М. Насосы АЭС. –Энергоиздат, 1986.
  7. ГОСТ 17398-72. Насосы. Термины и определения.
- Жабо В.В., Уваров В.В. Гидравлики и насосы. - Энергоиздат, 1984.



#### 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>Умения:</b>	- выполнение практических работ, лабораторных работ, расчетов, индивидуальных заданий
понимать физическую природу основных гидравлических процессов	
классифицировать виды движения жидкости	
объяснять причины и возможные последствия гидравлических процессов и явлений, возникающих или имеющих место в практике эксплуатации объектов атомной энергетики	
использовать законы физики, теоретической механики, теплотехники для решения задач	
владеть навыками гидравлического расчета оборудования (простого трубопровода), связанного с движением жидкости или воздействием на него покоящейся жидкости	
рассчитывать параметры жидкой и газовой сред в статике и динамике для различных гидравлических процессов	
владеть навыками решения различных гидравлических задач	
владеть навыками разделения гидравлических процессов на виды и подвиды для их правильного математического описания и использования формул	
владеть навыками теоретического обоснования использования уравнений и формул, определяющих рассматриваемое гидравлическое явление или процесс	
пользоваться контрольно-измерительными приборами	
осуществлять контроль работы обслуживаемого оборудования по показаниям средств измерений	
разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов	
ориентироваться в марках и конструктивных схемах насосов	
разбираться в конструкциях и назначении основных типов насосов	
владеть навыками расчета различных видов насосов	
<b>Знания:</b>	- самостоятельная работа;

основные понятия и определения гидравлики, относящиеся к равновесию и движению жидкости	- экзамен
нормы качества воды и пара	
основополагающие уравнения, определяющие связь между параметрами течения или равновесия(покоя) жидкости	
формулы, константы, коэффициенты, с помощью которых можно определить параметры различных гидравлических процессов и явлений	
методы решения гидравлических задач	
приборы и оборудование для определения гидравлических характеристик	
основные понятия и определения процессов истечения жидкости и движения по трубопроводам и каналам	
расположение оборудования, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), входящих в зону обслуживания	
тепловые защиты и тепловые схемы котельной установки	
устройство, принцип работы и технические характеристики котла и вспомогательного оборудования	
свойства применяемого топлива и продуктов его сгорания, технико- экономические показатели работы оборудования	
основные понятия и определения теории центробежного насоса	
принципиальные технологические схемы АЭС	
классификацию и технические характеристики насосов	
назначение основных типов насосов АЭС	