ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Теплотехника и теплосиловые установки»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» (Б1.Б.17)

для направления

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

по профилю

«Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2018

**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «1» октября 2015 г., приказ № 1081 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по дисциплине «Гидрогазодинамика».

Целью изучения дисциплины является формирование компетенций, указанных в разделе 2 рабочей программы.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- приобретение знаний, указанных в разделе 2 рабочей программы;

- приобретение умений, указанных в разделе 2 рабочей программы;

- приобретение навыков, указанных в разделе 2 рабочей программы.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ**:

- основные физические свойства жидкостей и газов;

- общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов;

- особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей.

**УМЕТЬ**:

- рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидро-газодинамических машин;

- проводить гидравлический расчет трубопроводов.

**ВЛАДЕТЬ**:

- методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.

Приобретенные знания, умения и навыки, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 общей характеристики основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих **общепрофессиональных компетенций (ОПК)**:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1).

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

рсчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:

- способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);

- способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

- способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам (ПК-3);

научно-исследовательская деятельность:

- способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4);

производственно-технологическая деятельность:

- готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования (ПК-8);

- готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов (ПК-10);

монтажно-наладочная деятельность:

- готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах (ПК-11).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 общей характеристики ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 общей характеристики ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Гидрогазодинамика» (Б1.Б.17) относится к базовой части и является обязательной дисциплиной обучающегося.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| --- | --- | --- |
| **3** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе:* лекции (Л)
* практические занятия (ПЗ)
* лабораторные работы (ЛР)
 | 64161632 | 64161632 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 71 | 71 |
| Контроль | - | - |
| Форма контроля знаний | З | З |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 144 / 4 | 144 / 4 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **2** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе:* лекции (Л)
* практические занятия (ПЗ)
* лабораторные работы (ЛР)
 | 16448 | 16448 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 124 | 124 |
| Контроль | 4 | 4 |
| Форма контроля знаний | З, КЛР | З, КЛР |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 144 / 4 | 144 / 4 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Введение | Предмет гидравлики. Исторический обзор развития гидравлики. Физические свойства капельных жидкостей и газов. Реальная и идеальная жидкость. Силы, действующие в жидкости. |
| 2 | Статика жидкости | Статика капельных жидкостей. Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики капельных жтдкостей. Закон Паскаля. Поверхности равного давления. Виды гидростатического давления. Эпюры гидростатического давления. Пьезометр и пьезометрическая высота. Вакуумметр и вакуумметрическая высота. Сила гидростатического давления на плоские поверхности и центр давления. Сила гидростатического давления на криволинейные цилиндрические поверхности. Плавание тел. Статика газов. Уравнения состояния газов. Распределение давления газа по высоте. Распределение температуры газа по высоте. |
| 3 | Основы динамики жидкости | Основные понятия. Уравнение неразрывности потока жидкости при установившемся движении. Трубка Пито. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Равномерное и неравномерное движение. Напорное и безнапорное движение. Форма напорной и пьезометрической линий при установившемся движении несжимаемой жидкости. |
| 4 | Потери напора | Общие сведения. Режимы движения жидкости. Распределение скоростей в живом сечении потока. Шероховатость. Определение потерь напора по длине потока. Формула Шези и определение коэффициента. Шези Определение местных потерь напора. |
| 5 | Напорные трубопроводы | Классификация напорных трубопроводов. Расчет трубопроводов для несжимаемых жидкостей. Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов. Вакуум и кавитация в напорных трубопроводах. Гидравлический удар. Расчет трубопроводов для газов. Расчет при малых перепадах давления газа. Расчет при больших перепадах давления газа. |
| 6 | Равномерное движение воды в открытых руслах | Основные понятия и расчетные зависимости. Методика расчета каналов. Допускаемые скорости потока. |
| 7 | Движение грунтовых вод | Основные понятия. Основные законы фильтрации. Определение коэффициента фильтрации. Приток воды к круглому колодцу. |
| 8 | Истечение через отверстия и насадки | Классификация отверстий, насадков и характеристики истечений. Истечение при постоянном напоре из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок. |
| 9 | Моделирование гидроаэродинамических явлений | Цели и виды моделирования. Виды физического подобия. Критерии подобия. Методика и практические возможности физического моделирования. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Введение | 2 | 2 | - | 8 |
| 2 | Статика жидкости | 2 | 2 | - | 8 |
| 3 | Основы динамики жидкости | 2 | 2 | 8 | 8 |
| 4 | Потери напора | 2 | 2 | 10 | 8 |
| 5 | Напорные трубопроводы | 2 | 2 | - | 8 |
| 6 | Равномерное движение воды в открытых руслах | 2 | 2 | 8 | 8 |
| 7 | Движение грунтовых вод | 2 | 2 | - | 8 |
| 8 | Истечение через отверстия и насадки | 2 | 2 | - | 8 |
| 9 | Моделирование гидроаэродинамических явлений | 2 | 2 | 10 | 8 |
| **Итого** | 18 | 18 | 36 | 72 |

Для заочной формы обучения:

| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Введение | 0,2 | 0,2 | - | 13 |
| 2 | Статика жидкости | 0,3 | 0,3 | - | 13 |
| 3 | Основы динамики жидкости | 0,5 | 0,5 | 2 | 14 |
| 4 | Потери напора | 0,5 | 0,5 | 2 | 14 |
| 5 | Напорные трубопроводы | 0,5 | 0,5 | - | 14 |
| 6 | Равномерное движение воды в открытых руслах | 0,5 | 0,5 | 2 | 14 |
| 7 | Движение грунтовых вод | 0,5 | 0,5 | - | 14 |
| 8 | Истечение через отверстия и насадки | 0,5 | 0,5 | - | 14 |
| 9 | Моделирование гидроаэродинамических явлений | 0,5 | 0,5 | 2 | 14 |
| **Итого** | 4 | 4 | 8 | 124 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

| **№****п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Введение | 1. Б1.Б.17 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).2. Б1.Б.17 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).3. Б1.Б.17 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).4. Б1.Б.17 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация). |
| 2 | Статика жидкости |
| 3 | Основы динамики жидкости |
| 4 | Потери напора |
| 5 | Напорные трубопроводы |
| 6 | Равномерное движение воды в открытых руслах |
| 7 | Движение грунтовых вод |
| 8 | Истечение через отверстия и насадки |
| 9 | Моделирование гидроаэродинамических явлений |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Гидрогазодинамика» является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Киселев И.Г., Кудрин М.Ю., Никольский Д.В., Краснов А.С. Тепловые сети. Гидравлический и тепловой расчет. Учебное пособие. Типография ПГУПС, СПб, 2015., 51 с.

2. Никольский Д.В., Краснов А.С. Гидрогазодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Типография ПГУПС, СПб, 20011., 21 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стойиздат, 1975, 327 с.

2. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. Книги 1 (350 с.) и 2 (367 с.). М.: Энергоатомиздат, 1991;

3. Методические указания к лабораторным работам по гидравлике. – Спб.: ПГУПС, ч.1, 1995, ч.2, 1999.

4. Определение гидростатического давления. – Спб.: ПГУПС, 1996, 25 с.

5. Расчет силы гидростатического давления жидкости на плоские поверхности. – Спб.: ПГУПС, 1993, 33 с.

## 6. Расчет сил гидростатического давления жидкости на криволинейные цилиндрические поверхности. – Спб.: ПГУПС, 1993, 28 с.

7. Зависимость коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдса. – Спб.: ПГУПС, 1994, 15 с.

8. Расчет коротких трубопроводов. – Спб.: ПГУПС, 1992, 33 с.

9. Гидравлический расчет разветвленного (тупикового) трубопровода. – Спб.: ПГУПС, 20 с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. Промышленный портал Complexdoc [Электронный ресурс] - Режим доступа: *http://www.complexdoc.ru/*, свободный.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Б1.Б.17 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Б1.Б.17 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

3. Б1.Б.17 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

4. Б1.Б.17 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;
3. Электронно – библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. Загл. с экрана.
4. Тепловой портал DANFOSS Украина. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http:/heating.danfoss.ua/](http://www.cntd.ru/), свободный – Загл. с экрана;

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

* технические средства (компьютер/ноутбук, проектор);
* методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);
* электронная информационно – образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>. (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы. Перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем приведены в Паспортах аудиторий/помещений.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы).

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Специальные помещения для проведения лабораторных работ укомплектованы специализированной учебно – лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, лабораторными стендами, специализированными измерительными средствами в соответствии с перечнем лабораторных работ.

Для проведения занятий лекционного типа используется демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины, рассмотренное на заседании кафедры и утвержденное заведующим кафедрой.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Разработчик программы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| К.т.н., доцент«24» 04 2018 г. |  | Д.В. Никольский |
|  |  |  |