

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Гидрогазодинамика

направление подготовки (специальность):

20.03.01- Техносферная безопасность

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 20.03.01–Техносферная безопасность, утвержденного приказом № 680, от 25.05.20
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, по профилю подготовки 20.03.01–Техносферная безопасность, введенного в действие в 2021 году

Составитель (составители): д-р техн наук, проф. Ильина - (Т.Н. Ильина)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Безопасность жизнедеятельности

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф. Лопанов (А.Н. Лопанов)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Теплогазоснабжения и вентиляции

« 14 » 05 2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф. Уваров (В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » мая 2021 г., протокол № 12

Председатель: канд. техн. наук, доцент Феоктистов (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.7 Использует ресурсно-информационные базы для осуществления практической деятельности в различных сферах;	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: законы равновесия жидкости в поле силы тяжести; основные уравнения гидрогазодинамики, их применение в профессиональной деятельности. Уметь: рассчитывать давление статическое и динамическое в любой точке потока, определять расход жидкости, протекающей в трубопроводе. Владеть: навыками использования математического аппарата для описания, анализа и исследования гидродинамических явлений с учетом техносферной безопасности.

1. Компетенция ОПК-1.7 Использует ресурсно-информационные базы для осуществления практической деятельности в различных сферах.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Философия
2	Русский язык и культура речи
3	Правоведение
4	Математика

5	Физика
6	Химия
7	Токсология
8	Инженерная графика
9	Компьютерная графика
10	Экология
11	Информатика
12	Теплофизика
13	Электроника и электротехника
14	Теория горения и взрывов
15	Физико-химия дисперсных систем и поверхностных явлений
16	Медико-биологические основы безопасности
17	Производственная санитария и гигиена труда

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ²	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	38	38
лекции	17	17
лабораторные	17	17
Практические		
Групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4

Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	106	106
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	70	70
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс_3_ Семестр_5_

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа. Гидростатика.					
	Введение. Предмет гидрогазодинамика. Исторические данные. Основные свойства жидкостей. Понятия идеальной, реальной жидкости. Аномальные (неньютоновские) жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости в поле силы тяжести. Основное уравнение гидростатики, закон Паскаля. Равновесие газа в поле силы тяжести. Давление жидкости на плоские поверхности. Закон Архимеда. Практическое приложение законов гидростатики.	4		4	15
2. Кинематика и динамика жидкости и газа. Режимы движения. Гидравлические сопротивления.					
	Основные понятия кинематики жидкости. Уравнение неразрывного потока. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера) и вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Некоторые практические приложения уравнения Бернулли. Уравнения изменения количества движения. Виды гидравлических потерь. Ламинарный и турбулентный	4		4	20

	режимы движения жидкостей. Число Рейнольдса, его практическое значение.				
3. Потери напора на трение при ламинарном и турбулентном движении. Местные гидравлические сопротивления.					
	Особенности турбулентного движения жидкости. Распределение осредненных скоростей по сечению. Потери напора в трубах. Формула Дарси и коэффициент потерь на трение по длине, область ее применения. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Движение жидкости в трубах некруглого сечения. Основные виды местных сопротивлений. Потери напора при изменении сечения потока.. Другие виды местных потерь. Зависимость коэффициента местных сопротивлений от числа Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений. Кавитация в местных сопротивлениях.	4		4	15
4. Гидравлический расчет трубопроводов и истечения жидкости. Гидравлические струи.					
	Общие сведения. Простой трубопровод. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Расчет длинных трубопроводов в квадратичной области сопротивления. Гидравлический(аэродинамический)расчет трубопроводов для газов. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение жидкости через насадки, виды насадок, их применение. Общие сведения. Свободные затопленные гидравлические струи. Неизотермические затопленные струи. Давление струи жидкости на твердой поверхности.	5		5	20
	Итого	17		17	70
	Экзамен				36
	Консультации				4
	Всего:	17		17	110

4.2. Перечень практических (семинарских) занятий.

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 5				
1	Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа. Гидростатика.	Измерение давления. Расчет избыточного и полного давления в различных единицах измерения давления.	4	10
2	Кинематика и динамика жидкости и газа. Режимы движения. Гидравлические сопротивления.	Режим движения жидкости. Определение числа Рейнольдса. Защита лабораторной работа.	4	16
3	Потери напора на трение при ламинарном турбулентном движении. Местные гидравлические сопротивления.	Потери напора по длине. Определение коэффициентов гидравлического трения при различных режимах движения. Потери напора на местные сопротивления. Определение коэффициентов местных сопротивлений	4	10
4	Гидравлический расчет трубопроводов и истечения жидкости. Гидравлические струи.	Истечение жидкости через малое отверстие и насадки при постоянном и переменном напорах.	5	16
Итого:			17	52

4.4. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

(не предусмотрено учебным планом).

4.5. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

(не предусмотрено учебным планом).

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области

профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.7 Использует ресурсно-информационные базы для осуществления практической деятельности в различных сферах.	Экзамен, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

На данной стадии используются следующие показатели и критерии сформированности компетенции.

Уровни освоения	Этапы освоения		
	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные законы гидростатики и гидродинамики. Знает уравнения баланса расхода и энергии. Самостоятельно может изложить методы решения задач по изученным разделам	Умеет рассчитывать давление и силу давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Определять потери напора на гидравлические сопротивления. Умеет использовать законы сохранения материи и энергии в гидравлических расчетах	Самостоятельно и в полном объеме выполняет гидравлический расчет элементов инженерных сетей с привлечением физико-математического аппарата.
Хорошо (базовый уровень)	Обучающийся знает возможности и границы применения основных законов статики и динамики жидкости и газа. Самостоятельно может изложить методы решения задач по изученным разделам	Умеет использовать законы Паскаля, Бернулли, определять с помощью приборов давление в жидкости, расход жидкости, вытекающей из отверстия или насадка, определять потери напора на трение и местные сопротивления	Может сформулировать решения для простых задач по изученным разделам. Владеет навыками применения основных законов сохранения материи и энергии применительно к гидравлическим процессам.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обучающийся допускает неточности при изложении основных законов гидростатики и динамики жидкости и газа. Не знает единицы измерения гидравлических и величин, а также уравнения расчета гидравлических сопротивлений.	Допускает неточности и ошибки при использовании основных уравнений расчета гидравлических сопротивлений.	С дополнительной помощью может сформулировать модель для простых задач по изученным разделам и предложить метод ее решения. но допускает ошибки

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа. Гидростатика.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные свойства жидкостей и единицы их измерения. 2. Объяснить понятия: идеальная и реальная жидкость, ньютоновская и аномальная. 3. Основные свойства гидростатического давления. 4. Основное дифференциальное уравнение гидростатики. 5. Уравнение поверхности уровня и свойство этой поверхности. 6. Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретации. 7. Закон Паскаля, единицы измерения давления. 8. Эпюра распределения давления несмешивающихся жидкостей. 9. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. 10. Уравнение распределения давления при равновесии газов в поле силы тяжести. 11. Практическое приложение основного уравнения гидростатики.
2	Кинематика и динамика жидкости и газа. Режимы движения. Гидравлические сопротивления.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия кинематики жидкости и газа: 2 Что такое средняя скорость потока жидкости, способ ее определения. 3. Уравнение неразрывности движения капельных и газообразных жидкостей. 4. Дифференциальные уравнения движения невязкой (уравнение Эйлера) и вязкой (уравнение Навье – Стокса) жидкости. 5. Геометрический и энергетический смысл членов уравнения Бернулли для идеальной жидкости и потока вязкой жидкости. 6. Уравнение Бернулли для газов. 7. Принцип работы дроссельных приборов и пневмометрических трубок. 8. Уравнение изменения количества движения, его практическое значение. 9. Виды гидравлических сопротивлений. Уравнение Дарси-Вейсбаха. 10 Особенности ламинарного и турбулентного движения жидкости в трубах. 11. Физический смысл числа Рейнольдса и его практическое значение.
3	Потери напора на трение при ламинарном турбулентном движении. Местные гидравлические сопротивления.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Потери напора на трение в круглой трубе при ламинарном режиме движения. 2. Способ определения начального участка ламинарного течения. 3. Расчет потерь напора на трение в трубах некругового сечения. 4. Влияние шероховатости труб на величину потери напора на трение. 5. Понятие о гидравлически гладких и шероховатых трубах, область квадратичного сопротивления. 6. Касательные напряжения при турбулентном движении

		<p>жидкости.</p> <p>7. Основные группы местных потерь напора.</p> <p>8. Факторы, влияющие на потери напора при резком изменении сечения потока.</p> <p>9. Потери напора при постепенном изменении сечения потока (конфузор, диффузор).</p> <p>10. Влияние числа Рейнольдса на величину коэффициента местных сопротивлений.</p> <p>11. Оценка навигационных свойств местных сопротивлений.</p>
4.	Гидравлический расчет трубопроводов и истечения жидкости. Гидравлические струи.	<p>1. Классификация трубопроводов при гидравлическом расчете.</p> <p>2. Основные задачи гидравлического расчета простого трубопровода.</p> <p>3. Расчеты длинных трубопроводов в квадратичной области сопротивления с использованием обобщенных гидравлических параметров.</p> <p>4. Расчет трубопровода при последовательном и параллельном соединении длинных труб.</p> <p>5. Расчет газопроводов при низких и высоких перепадах давления.</p> <p>6. Влияние срока эксплуатации труб на их гидравлическое сопротивление.</p> <p>7. Классификация отверстий при гидравлическом расчете истечения.</p> <p>8. Причина сжатия струи на выходе из малого отверстия. Коэффициент сжатия струи.</p> <p>9. Физический смысл коэффициентов скорости и расхода в уравнении расчета скорости и расхода жидкости вытекающей из отверстия.</p> <p>10. Особенности гидравлического расчета истечения жидкости через большие отверстия.</p> <p>11. Чем отличается насадок от трубопровода.</p> <p>12. Виды насадков, их практическое применение.</p> <p>13. Виды струй: затопленная, незатопленная.</p> <p>14. Схема свободной затопленной струи, ее расчет.</p> <p>15. Незатопленные струи.</p> <p>16. Основные режимы разрушения незатопленной струи.</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

1. Труба диаметром d и длиной $l = 1$ м находится под избыточным давлением P . Определить силу разрыва трубы и силу суммарного давления, которое испытывает задвижка в этой трубе.

$$P_{\text{атм}} = 736 \text{ мм рт. ст}$$

2. В канале, подводящем воду к очистным сооружениям, установлен пневматический уровнемер с самопишущим сооружением.

Нижней конец трубки погружен в воду на глубину H_2 ниже самого нижнего уровня воды в канале. В верхний конец трубки по трубке подается небольшой объем воздуха под давлением, достаточным для выхода воздуха в воду через нижний конец трубки. Определить глубину воды в канале H , если показание манометра равно h мм рт.

ст. Расстояние от дна канала до нижнего конца трубки $H_l = 0,3$ м, $\rho_{рт} = 13600$ кг/м³, $\rho_{в} = 980$ кг/м³

3. Определить потери давления на трение в стальном трубопроводе диаметром d , длиной l , бывшем длительное время в эксплуатации ($k_э = 1$ мм) при расходе Q ($\rho_{в} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с)

4. Вода по стальному трубопроводу ($k_э = 0,5$ мм) диаметром d и длиной l поступает из большого резервуара в колодец. Определить потери давления на трение при заданном расходе Q ($\rho_{в} = 998$ кг/м³). Жидкость движется в квадратичной области турбулентного режима.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации ГК, №312, 313,	Специализированная мебель. Информационные стенды по теплогазоснабжению. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, информационные стенды,
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных по гидравлике, практических занятий и для самостоятельной работы ГК, №007, №003.	Лабораторные стенды, информационные стенды по гидравлике. Интерактивная доска, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук,

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование Электронно-библиотечной системы (ЭБС)	Принадлежность/доступность	Адрес сайта	Наименование организации-владельца, реквизиты договора на использование
1	2	3	4	5
1	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Сторонняя/индивидуальный неограниченный доступ по сети интернет	http://e.lanbook.com	ООО «Издательство Лань» Контракты №3261000041130001620003147-01 от 27/08/2013г. до 01/09/2014г. и №03261000041140000770003147-01 от 11/08/2014г. до 01/09/2015г.
2	Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех»)	Собственная/индивидуальный неограниченный доступ по сети интернет	http://ntb.bstu.ru	ФГБОУВО БГТУ им. «В.Г. Шухова»
3	Электронно-библиотечная Система "КнигаФонд"	Сторонняя/100 точек доступа по сети интернет	http://www.kni2afund.ru	ООО "Центр цифрового дистрибуции" Контракт №326-13к от 26/07/2013г. до 31/08/2014г

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Калицун В.И. и др. Гидравлика, водоснабжение и канализация.-М.:Стройиздат, 2002 – 397с.
2. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей: Учебное пособие.- М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005- 192с.
3. Ильина Т.Н. Гидравлика: Учебное пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. -166 с.
4. Ильина Т.Н., Семенов А.С. Основы гидравлики и теплотехники: учебное пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. -169 с.
5. Кузнецов В.А. Основы гидрогазодинамики: учеб. пособие для студентов вузов – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. – 108 с.
6. Ильина Т.Н. Примеры гидравлических расчетов: Учеб. пособие– Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 150с.
7. Ильина Т.Н., Киреев В.М. Механика жидкости и газа: методическое указания.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2008-42с.

6.4. Перечень интернет ресурсов

<http://www.iprbookshop.ru/8192>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

<http://www.iprbookshop.ru/20500.html>

<http://www.iprbookshop.ru/20797>

<http://www.iprbookshop.ru/17063>

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918151705619300004316>

<http://www.iprbookshop.ru/20500.html>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ³

Рабочая программа утверждена на 202 /202 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁴

Протокол № _____ заседания кафедры от « _____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО

Директор института _____

подпись, ФИО

³ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁴ Нужно подчеркнуть