

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Уваров В.А.

« 14 » 11 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Гидравлика природоохранных сооружений

направление подготовки (специальность):

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Направленность программы (профиль, специализация):

Природообустройство

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная (ускоренное обучение)


Инженерно-строительный институт

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – 20.03.02 - Природообустройство и водопользование, утвержденного приказом № 685 от 26.05.2020;
- плана учебного процесса БГТУ им В.Г. Шухова, по профилю подготовки 20.03.02 - Природообустройство и водопользование, введенного в действие в 2022 году

Составитель (составители): к.т.н., доц. 
(ученая степень и звание, подпись)

(Н.Ю. Саввин)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«28» апреля 2022 г., протокол № __8__

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф. 
(ученая степень и звание, подпись)

(В.А. Уваров)
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.



(С.В. Свергузова)

«16» мая 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«16» мая 2022 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент
(ученая степень и звание, подпись)



(А.Ю. Феоктистов)
(инициалы, фамилия)

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
Организационно-управленческая	ПК-2 Способен организовывать и осуществлять проектные работы в области природообустройства и водопользования, разрабатывать компоновочные решения, подбирать материалы и оборудование с учетом современных достижений науки и техники	ПК-2.1 Осуществляет специальные расчеты и выполняет компоновочные решения при проектировании объектов природообустройства и водопользования	Знания: основных законов гидростатики и гидродинамики., уравнения баланса расхода и энергии, гидравлические сопротивления. Умения: производить гидравлический расчет напорных трубопроводов и безнапорного движения в открытых руслах. Навыки: владения основами расчета и проектирования элементов малых гидротехнических сооружений на основе знаний законов статики и динамики твердых и жидких тел
		ПК-2.2 Осуществляет подбор оборудования для природоохранных сооружений, объектов природообустройства и водопользования с учетом современных конструкционных материалов, инженерных и технических систем, машин и оборудования	Знания: подбора оборудования для природоохранных сооружений, объектов природообустройства и водопользования Умения: выбора оборудования для природоохранных сооружений, объектов природообустройства и водопользования Навыки: использования современных конструкционных материалов, инженерных и технических систем, машин и оборудования в системах природообустройства и водопользования
Экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская	ПК-6 Способен организовывать работу и управлять деятельностью объектов природообустройства и водопользования в	ПК-6.3 Обеспечивает деятельность в области обращения с отходами, очистки сточных вод, обработке осадка сточных вод в	Знания: гидравлики дорожных труб и малых мостов, способов определения и расчета основных гидрологических характеристик потоков.

	<p>соответствие с проектной документацией, нормативными требованиями и стандартами с учетом применения энерго- и ресурсосберегающих технологий</p>	<p>соответствие с требованиями законодательства, нормативно-правовых актов и учетом модернизации технологических процессов и реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий</p>	<p>Умения: проводить качественное обследование водных объектов. Навыки: владения методикой оформления результатов обследования водных объектов</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен организовывать и осуществлять проектные работы в области природообустройства и водопользования, разрабатывать компоновочные решения, подбирать материалы и оборудование с учетом современных достижений науки и техники

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Инженерные конструкции
2	Машины и оборудование для природообустройства и водопользования
3	Проектирование природоохранных сооружений
4	Землеустроительное проектирование
5	Рациональное природопользование
6	Гидравлика природоохранных сооружений
7	Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства
8	Инженерная геодезия
9	Гидрология и комплексное использование водных ресурсов
10	Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений
11	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК-6 Способен организовывать работу и управлять деятельностью объектов природообустройства и водопользования в соответствие с проектной документацией, нормативными требованиями и стандартами с учетом применения энерго- и ресурсосберегающих технологий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ²
1	Компьютерное сопровождение профессиональной деятельности
2	Очистка природных и сточных вод
3	Почвоведение
4	Мелиорация, рекультивация и охрана земель
5	Гидравлика природоохранных сооружений
6	Охрана интеллектуальной собственности
7	Патентоведение
8	Инженерные системы водоснабжения и водоотведения
9	Водохозяйственные системы и водопользование
10	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации

зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	36	36
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	72	72
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	54	54
Зачет	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа
1. Введение. Основные свойства жидкостей.					
	Краткий исторический обзор развития гидравлики и гидрологии. Основные свойства жидкостей: плотность и удельный вес, сжимаемость и температурное расширение жидкостей, вязкость, поверхностное натяжение. Закон вязкости Ньютона. Аномальные (неньютоновские) жидкости. Модель невязкой (идеальной) жидкости.	2			4
2. Равновесие жидкости. Гидростатика.					
	Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнение Эйлера). Равновесие жидкости в поле силы тяжести. Закон Паскаля. Геометрическая и энергетическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Эпюры гидростатического давления. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда	2		4	6
3. Кинематика и динамика жидкости и газа. Силы, действующие в жидкости.					
	Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (уравнения Эйлера) и вязкой жидкости (уравнения Навье-Стокса). Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Некоторые практические приложения уравнения Бернулли. Уравнение изменения количества движения.	2			6
4. Режимы движения. Гидравлические сопротивления. Потери напора на трение и местные сопротивления.					
	Общие сведения о гидравлических сопротивлениях. Виды гидравлических потерь. Ламинарное и турбулентное движения жидкости и их основные характеристики. Физический смысл числа Рейнольдса. Формула Дарси и коэффициент потерь напора на трение, области её применения. Основные виды местных сопротивлений. Потери напора при изменении	3		6	10

	сечения потока. Кавитация в местных сопротивлениях.				
5. Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости из отверстий и насадков.					
	Общие сведения. Простой трубопровод. Три основные задачи расчета простого трубопровода. Расчет длинных трубопроводов в квадратичной области сопротивления. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стене. Физический смысл коэффициентов сжатия, скорости, расхода. Истечение жидкости через насадки. Типы насадков, их применение	2		4	8
6. Равномерное и неравномерное движение жидкости в открытых руслах.					
	Гидравлические элементы живого сечения в канале. Основные задачи при расчете трапецеидальных каналов на равномерное движение воды. Ограничение скоростей движения воды при расчете каналов. Основное дифференциальное уравнение неравномерного движения воды. Четыре вспомогательных понятия: удельная энергия сечения, критическая глубина, нормальная глубина, критический уклон	2		2	7
7. Водосливы, водобойные и сопрягающие сооружения.					
	Терминология и классификация водосливов. Прямые водосливы с тонкой стенкой. Прямые прямоугольные водосливы со стенкой практического профиля. Косые и боковые водосливы. Подтопленные водосливы. Сооружения для гашения энергии в нижнем бьефе: водобойная стенка, водобойный колодец, комбинированный колодец, расчёт длины водобойных колодцев.	2		1	8
8. Гидравлика малых водопропускных сооружений, дорожных труб и малых мостов.					
	Истечение жидкости из-под щита. Перепады, быстротокки. Нижний бьеф водосборных и водопропускных сооружений. Скорость фильтрации. Основной закон ламинарной фильтрации. Приток грунтовой воды к водосборной галерее или дрене. Фильтрация через тело плотин и дорожных насыпей. Расчет фильтрующих насыпей. Гидравлический расчёт безнапорных труб и малых мостов.	2			5
	ВСЕГО	17		17	54

4.2. Содержание 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 № 4_				
1	Равновесие жидкости и газа. Гидростатика	Измерение давления, избыточного, полного, перевод размерности в паскали (Па), техническую атмосферу (ат)	4	4
2	Режимы движения. Гидравлические сопротивления. Потери напора на трение и местные сопротивления.	Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса. Потери напора по длине. Определение коэффициентов гидравлического трения при различных режимах движения. Потери напора на местные сопротивления. Определение коэффициентов местных сопротивлений.	6	6
3	Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости из отверстий и насадков.	Истечение жидкости через малое отверстие при постоянном и переменном напорах. Истечение жидкости через насадки при постоянном и переменном напорах	4	4
4	Равномерное и неравномерное движение жидкости в открытых руслах.	Исследование движения в открытых руслах на модельных установках	2	2
5	Водосливы, водобойные и сопрягающие сооружения.	Движение жидкости в каналах и через водосливы на модельных установках	1	1
ИТОГО:			17	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрены учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной

среды университета.

Цель задания: Приобретение практических навыков по расчетам и выполнению компоновочных решений, подбору оборудования для природоохранных сооружений, использованию современных конструкционных материалов, инженерных и технических систем, машин.

Структура работы. Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам рабочей программы.

Оформление РГЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет расчетно-графического задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; теоретическое задание; практическая часть; список использованной литературы. Решение задач РГЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи РГЗ определяется преподавателем

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-2 Способен организовывать и осуществлять проектные работы в области природообустройства и водопользования, разрабатывать компоновочные решения, подбирать материалы и оборудование с учетом современных достижений науки и техники

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Осуществляет специальные расчеты и выполняет компоновочные решения при проектировании объектов природообустройства и водопользования	Зачет Устный опрос Защита РГЗ Тестовый контроль
ПК-2.2 Осуществляет подбор оборудования для природоохранных сооружений, объектов природообустройства и водопользования с учетом современных конструкционных материалов, инженерных и технических систем, машин и оборудования	Зачет Устный опрос Защита РГЗ Тестовый контроль

Компетенция ПК-6 Способен организовывать работу и управлять деятельностью объектов природообустройства и водопользования в соответствии с проектной документацией, нормативными требованиями и стандартами с учетом применения энерго- и ресурсосберегающих технологий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-6.3 Обеспечивает деятельность в области обращения с отходами, очистки сточных вод, обработке осадка сточных вод в соответствии с требованиями законодательства, нормативно-правовых актов и учетом модернизации технологических процессов и реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий	Зачет Устный опрос Защита РГЗ Тестовый контроль

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости (компетенция ПК-2)	1. Основные свойства жидкостей и единицы их измерения. 2. Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретации 3. Абсолютное и избыточное давление, приборы измерения давления, соотношение между единицами его измерений.

		4.Эпюра распределения давления несмешивающихся жидкостей.
2	Кинематика и динамика жидкости (компетенция ПК-2)	1.Основные понятия кинематики жидкости и газа: линия и трубка тока, установившееся и неустановившееся движение; равномерное и неравномерное, гидравлический радиус и эквивалентный диаметр. 2.Уравнение неразрывности движения капельных и газообразных жидкостей. 3.Дифференциальные уравнения движения невязкой (уравнение Эйлера) и вязкой (уравнение Навье – Стокса) жидкости.
3	Режимы движения. Гидравлические сопротивления (компетенция ПК-2)	1.Виды гидравлических сопротивлений. 2.Особенности ламинарного и турбулентного движения жидкости в трубах. 3.Физический смысл числа Рейнольдса и его практическое значение.
4	Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах (компетенция ПК-6)	1.Расчет потерь напора на трение в трубах некруглого сечения. 2.Понятия о гидравлических гладких и шероховатых трубах. Область квадратичного сопротивления. 3.Расчет коэффициента гидравлического трения. 4.Основные группы местных потерь напора.
5	Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки (компетенция ПК-6)	1.Основные задачи гидравлического расчета простого трубопровода. 2.Расчет длинных трубопроводов в квадратичной области сопротивления с использованием обобщенных гидравлических параметров. 3.Расчет трубопровода при последовательном соединении длинных труб. 4. Уравнение расчетов сложных трубопроводов при параллельном соединении труб. 5.Классификация отверстий при гидравлическом расчете истечения.
6.	Равномерное и неравномерное движение жидкости в открытых руслах. (компетенция ПК-6)	1. Основные положения установившегося равномерного движения жидкости в открытых руслах. 2. Понятие модулей расхода и скорости, их использование в расчетах. 3. Эмпирические формулы для определения коэффициента Шези. 4. Типы и гидравлические элементы живых сечений в потоке. 5. Основные задачи гидравлического расчета трапецеидальных каналов. 6. Понятие о максимальной и минимальной допустимых скоростях движения воды в каналах.
7	Гидравлика малых водопропускных сооружений, дорожных труб и малых мостов. (компетенция ПК-6)	1. Удельная энергия, ее зависимость от глубины потока. 2. Критическая глубина потока, методы ее определения. 3. Понятие о нормальной глубине потока. 4. Способ определения критического уклона потока. 5. Представление о спокойном и бурном потоках. 6. Переход бурного потока в спокойный. 7. Переход спокойного потока в бурный.

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

Учебным планом КП/КР не предусмотрены.

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

Вопросы для защиты лабораторных работ

№	Наименование	Тема лабораторного	Контрольные вопросы
---	--------------	--------------------	---------------------

п/п	раздела дисциплины	занятия	
1	Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости (компетенция ПК-2)	Измерение давления, избыточного, полного, перевод размерности в паскали (Па), техническую атмосферу (ат)	Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Уравнение распределения давления при равновесии газов в поле силы тяжести. Какой участок водоотводящего сооружения считается быстротоком? а) При $i_0 = 0$ б) При $i_0 = i_k$ в) При $i_0 > i_k$ г) При $i_0 < i_k$ е) При $h_0 < h_k$
2	Кинематика и динамика жидкости (компетенция ПК-2)	Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса. Потери напора по длине. Определение коэффициентов гидравлического трения при различных режимах движения. Потери напора на местные сопротивления. Определение коэффициентов местных сопротивлений.	Геометрический и энергетический смысл членов уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости. Принцип работы дроссельных приборов и пневмометрических трубок. Уравнение изменения количества движения, его практическое значение. В зависимости от чего назначается коэффициент откоса водопроводящих каналов? а) От категории грунта. б) От расхода. в) От характеристики поверхности. г) От скорости течения е) От коэффициента Шези.
3	Режимы движения. Гидравлические сопротивления (компетенция ПК-2)	Истечение жидкости через малое отверстие при постоянном и переменном напорах. Истечение жидкости через насадки при постоянном и переменном напорах	Потери напора на трение в круглой трубе при ламинарном режиме движения. В зависимости от каких величин определяется нормальная глубина методом подбора (графоаналитическим методом)? а) $K = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R}$ б) $V = S/t$ в) $Q = \omega \cdot V$ г) $C = \frac{1}{n} R^{0.2}$ е) $K_0 = \frac{Q}{\sqrt{t_0}}$
4	Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах (компетенция ПК-6)	Исследование движения в открытых руслах на модельных установках	Уравнение Вейсбаха. Оценка кавитационных свойств местных сопротивлений. 1. Как называется теория, которая изучает процессы распространения теплоты в твердых, жидких и газообразных телах А. теплообмена Б. теплопроводностью В. радиацией Г. конвекцией 2. Одновременный перенос теплоты конвекцией и теплопроводностью называется А. конвективной теплоотдачей Б. излучением (радиацией) В. конвективным теплообменом Г. сложным теплообменом
5	Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Исследование движения в открытых руслах на модельных установках	Физический смысл коэффициентов скорости и расхода в уравнении расчета скорости и расхода жидкости, вытекающей из отверстия. Чем отличается насадок от трубопровода. Причина изменения расхода

	(компетенция ПК-6)		и скорости при истечении жидкости через насадки по сравнению с истечением через отверстия. 1. Сколько стадий проходит излучение? А. 5 Б. 4 В. 7 Г. 3 2. Конвективный теплообмен- это А. перенос энергии Б. образование тепловых волн В. одновременный перенос теплоты конвекцией Г. непрерывный переход
6.	Равномерное и неравномерное движение жидкости в открытых руслах. (компетенция ПК-6)	Движение жидкости в каналах и через водосливы на модельных установках	Мероприятия по уменьшению скорости движения воды в открытых каналах. Механизм насыщения потока твердыми частицами. Понятие транспортирующей способности потока. Что такое стратификация потока? 1. Самопроизвольные неравновесные процессы в изолированной термодинамической системе всегда приводят к А. увеличению энтропии Б. увеличению КПД В. уменьшению энтропии Г. уменьшению КПД 2. В изолированной термодинамической системе процессы, сопровождающиеся возрастанием энтропии, являются А. политропными Б. наиболее вероятными В. равновесными Г. наименее вероятными
7	Гидравлика малых водопропускных сооружений, дорожных труб и малых мостов. (компетенция ПК-6)	Движение жидкости в каналах и через водосливы на модельных установках	В зависимости от чего назначается коэффициент откоса водопроводящих каналов? Какая теория положена в основу расчета малых мостов? Для чего сооружаются многоступенчатые перепады? 1. Температурный градиент-это вектор, направленной: 1) перпендикулярно нормали к изотермической поверхности в сторону уменьшения температуры; 2) параллельно к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры; 3) параллельно к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры; 4) по нормали к изотермической поверхности в сторону убывания температуры 2. От чего не зависит коэффициент теплопроводности: 1) род вещества; 2) давление;

			3) цвет; 4) температура.
--	--	--	-----------------------------

Перечень заданий для защиты РГЗ

Компетенция	вопросы																																																																																																		
ПК-2	<p>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. $P_{\text{атм}} = 736$ мм рт. ст</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Параметр</th> <th colspan="10">Вариант</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d, мм</td> <td>700</td><td>650</td><td>600</td><td>550</td><td>500</td><td>450</td><td>500</td><td>550</td><td>550</td><td>680</td> </tr> <tr> <td>P, ат</td> <td>3,0</td><td>2,8</td><td>2,6</td><td>2,4</td><td>2,2</td><td>2,9</td><td>2,7</td><td>2,5</td><td>2,8</td><td>3,0</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Примечание:</i> $1 \text{ ат(техн)} = 1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па} = 10 \text{ м вод.ст.} = 736 \text{ мм рт. ст.}$</p> <p>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 $H_1 = 0,3$ м, $\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{в}} = 980 \text{ кг/м}^3$</p>	Параметр	Вариант										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	d , мм	700	650	600	550	500	450	500	550	550	680	P , ат	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,9	2,7	2,5	2,8	3,0																																																							
Параметр	Вариант																																																																																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																									
d , мм	700	650	600	550	500	450	500	550	550	680																																																																																									
P , ат	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,9	2,7	2,5	2,8	3,0																																																																																									
ПК-6	<p>3. Определить потери давления на трение в стальном трубопроводе диаметром d, длиной l, бывшем длительное время в эксплуатации ($k_g = 1$ мм) при расходе Q ($\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Параметр</th> <th colspan="9">Вариант</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d, мм</td> <td>125</td><td>150</td><td>175</td><td>225</td><td>200</td><td>250</td><td>275</td><td>300</td><td>325</td> </tr> <tr> <td>l, м</td> <td>70</td><td>65</td><td>55</td><td>60</td><td>50</td><td>45</td><td>40</td><td>35</td><td>30</td> </tr> <tr> <td>Q, л/с</td> <td>40</td><td>60</td><td>80</td><td>100</td><td>120</td><td>140</td><td>160</td><td>180</td><td>200</td> </tr> </tbody> </table> <p>4. Вода по стальному трубопроводу ($k_g = 0,5$ мм) диаметром d и длиной l поступает из большого резервуара в колодец. Определить потери давления на трение при заданном расходе Q ($\rho_{\text{в}} = 998 \text{ кг/м}^3$). Жидкость движется в квадратичной области турбулентного режима.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Параметр</th> <th colspan="9">Вариант</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d, мм</td> <td>125</td><td>150</td><td>175</td><td>200</td><td>225</td><td>200</td><td>250</td><td>300</td><td>325</td> </tr> <tr> <td>l, м</td> <td>70</td><td>65</td><td>55</td><td>60</td><td>55</td><td>50</td><td>45</td><td>80</td><td>70</td> </tr> <tr> <td>Q, л/с</td> <td>40</td><td>50</td><td>80</td><td>100</td><td>80</td><td>120</td><td>140</td><td>180</td><td>200</td> </tr> </tbody> </table>	Параметр	Вариант									1	2	3	4	5	6	7	8	9	d , мм	125	150	175	225	200	250	275	300	325	l , м	70	65	55	60	50	45	40	35	30	Q , л/с	40	60	80	100	120	140	160	180	200	Параметр	Вариант									1	2	3	4	5	6	7	8	9	d , мм	125	150	175	200	225	200	250	300	325	l , м	70	65	55	60	55	50	45	80	70	Q , л/с	40	50	80	100	80	120	140	180	200
Параметр	Вариант																																																																																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																										
d , мм	125	150	175	225	200	250	275	300	325																																																																																										
l , м	70	65	55	60	50	45	40	35	30																																																																																										
Q , л/с	40	60	80	100	120	140	160	180	200																																																																																										
Параметр	Вариант																																																																																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																										
d , мм	125	150	175	200	225	200	250	300	325																																																																																										
l , м	70	65	55	60	55	50	45	80	70																																																																																										
Q , л/с	40	50	80	100	80	120	140	180	200																																																																																										

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-2 Способен организовывать и осуществлять проектные работы в области природообустройства и водопользования, разрабатывать компоновочные решения, подбирать материалы и оборудование с учетом современных достижений науки и техники	
ПК-2.1 Осуществляет специальные расчеты и выполняет компоновочные решения при проектировании объектов природообустройства и водопользования	
ПК-2.2 Осуществляет подбор оборудования для природоохранных сооружений, объектов природообустройства и водопользования с учетом современных конструкционных материалов, инженерных и технических систем, машин и оборудования	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Основной технической документации в сфере систем транспорта жидких веществ инженерных сетей и систем природообустройства и водопользования
	Физических свойств и типов жидкостей
	Принципов проектирования систем трубопроводов
	Основных законов гидростатики и гидродинамики природоохранных сооружений
Умения	Пользоваться действующими нормативными документами
	Применять теоретический материал для решения практических задач гидравлики инженерных сооружений
	Оценивать гидравлические условия природоохранных сооружений
Навыки	Определения гидродинамических параметров движения жидкости в трубопроводах

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

Оценка сформированности компетенции ПК-2 по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основной технической документации в сфере систем транспорта жидких веществ инженерных сетей и систем природообустройства и водопользования	Не знает основную техническую документацию в сфере систем транспорта жидких веществ инженерных сетей и систем природообустройства и водопользования	Знает основную техническую документацию в сфере систем транспорта жидких веществ инженерных сетей и систем природообустройства и водопользования
Знание физических свойств и типов жидкостей	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Принципов проектирования систем трубопроводов	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все - полные

Знание основных законов гидростатики и гидродинамики природоохранных сооружений	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности
---------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

Оценка сформированности компетенции ПК-2 по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения	
	Не зачтено	Зачтено
Пользоваться действующими нормативными документами	Не умеет пользоваться действующими нормативными документами	Умеет пользоваться действующими нормативными документами
Применять теоретический материал для решения практических задач гидравлики инженерных сооружений	Не умеет применять теоретический материал для решения практических задач гидравлики инженерных сооружений	Умеет применять теоретический материал для решения практических задач гидравлики инженерных сооружений
Оценивать гидравлические условия природоохранных сооружений	Не умеет оценивать гидравлические условия природоохранных сооружений	Умеет применять знания по оценке гидравлических условий природоохранных сооружений

Оценка сформированности компетенции ПК-2 по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения	
	Не зачтено	Зачтено
Определение гидродинамических параметров движения жидкости в трубопроводах	Не владеет методикой определения гидродинамических параметров движения жидкости в трубопроводах	Владеет методикой определения гидродинамических параметров движения жидкости в трубопроводах

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-6 Способен организовывать работу и управлять деятельностью объектов природообустройства и водопользования в соответствие с проектной документацией, нормативными требованиями и стандартами с учетом применения энерго- и ресурсосберегающих технологий ПК-6.3 Обеспечивает деятельность в области обращения с отходами, очистки сточных вод, обработке осадка сточных вод в соответствие с требованиями законодательства, нормативно-правовых актов и учетом модернизации технологических процессов и реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Основной технической документации в сфере систем транспорта жидких веществ инженерных сетей и систем природообустройства и природопользования
	Физических свойств и типов жидкостей
	Принципов проектирования систем трубопроводов
	Основных законов гидростатики и гидродинамики природоохранных сооружений
Умения	Пользоваться действующими нормативными

	документами
	Применять теоретический материал для решения практических задач гидравлики инженерных сооружений
	Оценивать гидравлические условия природоохранных сооружений
Навыки	Определения гидродинамических параметров движения жидкости в трубопроводах

Оценка сформированности компетенции ПК-6 по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основной технической документации в сфере систем транспорта жидких веществ инженерных сетей и систем природообустройства и природопользования	Не знает основную техническую документацию в сфере систем транспорта жидких веществ инженерных сетей и систем природообустройства и природопользования	Знает основную техническую документацию в сфере систем транспорта жидких веществ инженерных сетей и систем природообустройства и природопользования
Знание физических свойств и типов жидкостей	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Принципов проектирования систем трубопроводов	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все - полные
Знание основных законов гидростатики и гидродинамики природоохранных сооружений	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности

Оценка сформированности компетенции ПК-6 по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения	
	Не зачтено	Зачтено
Пользоваться действующими нормативными документами	Не умеет пользоваться действующими нормативными документами	Умеет пользоваться действующими нормативными документами
Применять теоретический материал для решения практических задач гидравлики инженерных сооружений	Не умеет применять теоретический материал для решения практических задач гидравлики инженерных сооружений	Умеет применять теоретический материал для решения практических задач гидравлики инженерных сооружений
Оценивать гидравлические условия природоохранных сооружений	Не умеет оценивать гидравлические условия природоохранных сооружений	Умеет применять знания по оценке гидравлических условий природоохранных сооружений

Оценка сформированности компетенции ПК-6 по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения	
	Не зачтено	Зачтено
Определение гидродинамических параметров движения жидкости в трубопроводах	Не владеет методикой определения гидродинамических параметров движения жидкости в трубопроводах	Владеет методикой определения гидродинамических параметров движения жидкости в трубопроводах

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 занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория оснащена меловой доской, специализированной мебелью, стационарным видеопроектором и экраном, стендами по оказанию первой медицинской помощи.
2.	Учебная аудитория для самостоятельной работы	Аудитория оснащена меловой доской, специализированной мебелью, стационарным видеопроектором и экраном, стендами по оказанию первой медицинской помощи. Самостоятельная работа студентов обеспечивается научной, учебной, учебно-методической литературой..
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
4.	Методический кабинет	Специализированная мебель, стационарный видеопроектор и экран, компьютеры стенды.
5.	Лаборатория теплотехники и отопления	<ul style="list-style-type: none">- установка для определения изохорной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении,- установка для определения действительного расхода воздуха при истечении через суживающее сопло,- установка для исследования процесса сжатия в поршневом компрессоре,- установка для определения коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции.- стенд для исследования холодильных циклов на примере теплонасосной установки,- стенд для определения коэффициента теплопередачи отопительного прибора,- стенд для исследования лучистого теплообмена;- стенд для испытания конвекционной и конвекционно-радиационной отдачи радиатора.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ильина Т.Н. Гидравлика и гидрология: учеб. пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2014 – 159 с..
2. Ильина Т.Н. Гидравлика: учеб. пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2007 – 166 с.
3. Ильина Т.Н. Примеры гидравлических расчетов: учеб. пособие.-Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 150 с.
4. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей: учеб. пособие. – М: Изд-во ассоциации строительных ВУЗов, 2005. – 192с.
5. А.И. Алифанова, В. М. Киреев. Водоотведение и очистка сточных вод : метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов направления бакалавриата 08.03.01-Стр-во профиля подгот. "Водоснабжение и водоотведение" 2015.
6. . А.И. Алифанова, В. М. Киреев. Водоотведение и очистка сточных вод : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 08.03.01-Стр-во профиля подгот. "Водоснабжение и водоотведение" 2015
7. Контроль качества воды : учебное пособие / А.И. Алифанова. – Белгород: изд-во БГТУ, 2013. – 104 с.
5. Ильина Т.Н. Гидрометрическая практика: методические указания.- Белгород: Изд-во БГТУ , 2015. –24 с.
6. Гидравлика: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост. Т.Н. Ильина, Ю.Г. Овсянников, А.Ю. Феоктистов, С.В. Староверов - Белгород: Изд-во БГТУ, 2007 – 41с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://www.consultant.ru> – официальный сайт СПС «Консультант Плюс».
2. Электронно-библиотечная система <http://ntb.bstu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» – <http://www.biblioclub.ru>
4. Электронно-библиотечная система IPRbooks.– <http://www.iprbookshop.ru>
5. Электронно-библиотечная система «Лань». – <https://e.lanbook.com>
6. Электронно-библиотечная система «Znanium.com». – <https://znanium.com>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ³

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ 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