

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор академии

А.В. Колмыков

« »

2023 г..

Регистрационный № УД- /уч.

Гидравлика

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство

2023 г.

Учебная программа составлена в соответствии с примерным учебным планом 6-05-08-012/пр. от 18.01.2023 г. по специальности 6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство, а также учебными планами БД-08-11-03-3-23¹у от 29.03.2023 г.; БД-08-11-03-3-23²у от 29.03.2023 г.; БЗ-08-11-03-3-23¹у от 29.03.2023 г.; БЗ-08-11-03-3-23⁴у от 29.03.2023 г.; БЗс-08-11-03-3-23¹у от 29.03.2023 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А. А. Боровиков, старший преподаватель кафедры гидротехнических сооружений и водоснабжения, учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук РФ

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

О. П. Мешик, декан факультета инженерных систем и экологии учреждения образования «Брестский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент
М. С. Самохвалов, директор ГП «Витебскгипроводхоз»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой гидротехнических сооружений и водоснабжения учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
(протокол № 4 от 26 ноября 2023 г.)

Методической комиссией мелиоративно-строительного факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
(протокол № 4 от 26 декабря 2023 г.)

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
(протокол № от 2023 г.)

Ответственный за редакцию

Боровиков А.А.

Ответственный за выпуск

Боровиков А.А.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Широкое развитие мелиорации и водного хозяйства в Республике Беларусь приводит к созданию новых технически совершенных мелиоративных систем, для обеспечения надежной работы которых проводятся гидравлические расчеты, являющиеся важной частью инженерных расчетов сооружений и систем.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций по основам теории равновесия и движения жидкости необходимых для профессиональной деятельности в области проектирования, строительства, реконструкции и эксплуатации гидромелиоративных и водохозяйственных систем и сооружений.

Задачи учебной дисциплины – получение теоретических знаний по вопросам равновесия и движения жидкости; решение задач практического характера с применением основных законов гидромеханики; освоение методик гидравлического расчета элементов и узлов гидротехнических сооружений с учетом охраны окружающей среды, энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Учебная дисциплина «Гидравлика» относится к дисциплинам модуля «Общепрофессиональные дисциплины», осваиваемого студентами специальности 6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство.

В результате изучения учебной дисциплины «Гидравлика» студент должен обладать быть способным выполнять гидравлические расчеты с целью оптимизации параметров элементов мелиоративных и водохозяйственных систем (БПК-5).

Содержание учебной дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин таких как высшая математика, физика, информационные технологии и др.

В свою очередь, данная дисциплина является одной из базовых для ряда изучаемых далее специальных дисциплин, таких как сельскохозяйственные мелиорации, гидротехнические сооружения, насосы и насосные станции, сельскохозяйственное водоснабжение, комплексное использование водных ресурсов, водоотведение и очистка сточных вод, эксплуатация и реконструкция гидромелиоративных систем и др.

В состав учебной работы по дисциплине входят аудиторные занятия, самостоятельная работа студентов в сотрудничестве с преподавателем.

Квалификационная аттестация: зачет и экзамен по учебной дисциплине.

Общее количество часов и количество аудиторных часов

1. Форма получения высшего образования – дневная (полная)

Курс – 2, семестр – 3,4

Общее количество часов по учебной дисциплине – 248 часов

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 144 часов

Лекции – 72 часа

Лабораторные занятия – 36 часов

Практические занятия – 36 часов

Самостоятельная работа – 104 часа

Рекомендуемая форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет и экзамен.

Распределение учебных часов по семестрам

Курс – 2

Семестр – 3

Общее количество часов по учебной дисциплине – 124 часа

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 72 часа

Лекции – 36 часов

Лабораторные занятия – 18 часов

Практические занятия – 18 часов

Рекомендуемая форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

Курс – 2

Семестр – 4

Общее количество часов по учебной дисциплине – 124 часа

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 72 часа

Лекции – 36 часов

Лабораторные занятия – 18 часов

Практические занятия – 18 часов

Рекомендуемая форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

2. Форма получения высшего образования – заочная (полная)

Курс 2, 3

Общее количество часов по учебной дисциплине – 248 часов

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 32 часа

Лекции – 16 часов

Лабораторные занятия – 8 часов

Практические занятия – 8 часов

Самостоятельная работа – 216 часов

Рекомендуемая форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет и экзамен.

Распределение учебных часов по курсам

Курс – 2

Общее количество часов по учебной дисциплине – 124 часа

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 16 часов

Лекции – 8 часов

Лабораторные занятия – 4 часа

Практические занятия – 4 часа

Рекомендуемая форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

Курс – 3

Общее количество часов по учебной дисциплине – 124 часа

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 16 часов

Лекции – 8 часов

Лабораторные занятия – 4 часа

Практические занятия – 4 часа

Рекомендуемая форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

3. Форма получения высшего образования – заочная (сокращенная)

Курс – 2

Общее количество часов по учебной дисциплине – 188 часов

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 24 часа

Лекции – 12 часов

Лабораторные занятия – 8 часов

Практические занятия – 4 часа

Самостоятельная работа – 164 часа

Рекомендуемая форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Определение гидравлики как науки, ее составные части. Краткая история гидравлики. Значение гидравлики в решении инженерных задач в гидромелиорации и водном хозяйстве и области ее применения. Понятие «жидкость». Силы и напряжения, действующие в жидкости. Основные физические характеристики и свойства жидкостей. Модели жидкой среды: идеальная, ньютоновская (капельная) и неньютоновская жидкости.

1. Гидростатика

1.1. Абсолютное и относительное равновесие жидкости

Состояние покоя жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Уравнение поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики и его физический смысл. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Закон Паскаля. Сообщающие сосуды. Пьезометрическая высота. Гидростатический напор и его физический смысл. Относительное равновесие (покой) жидкости в случаях прямолинейного равноускоренного (равнозамедленного) и вращательного движения сосуда.

1.2. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Плавание тел в жидкости

Сила гидростатического давления и точка ее приложения на плоские, произвольно ориентированные поверхности. Сила гидростатического давления и точка ее приложения на криволинейные (цилиндрические и сферические) поверхности. Закон Архимед. Плавание тел и условия их статической устойчивости.

2. Основы кинематики и динамики жидкости

2.1. Основы кинематики жидкости

Понятие движения жидкости. Способы описания движения жидкости (Лагранжа и Эйлера). Установившееся и неустойчивое движение жидкости. Движение бесконечно малой частицы жидкости. Понятие о вихревом и потенциальном движении жидкости. Элементы потока. Расход и средняя скорость потока.

2.2. Основы динамики жидкости

Уравнение неразрывности (расхода) потока. Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнения Эйлера). Уравнение Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости при действии массовых сил, имеющих

потенциал. Области применения уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости для установившегося движения. Уравнение Бернулли для потока конечных размеров при установившемся плавно изменяющемся движении вязкой жидкости. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли для установившегося движения. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Учет неравномерности распределения скоростей по живому сечению потока при установившемся, плавно изменяющемся движении жидкости (коэффициент Кориолиса). Уравнение Бернулли для неустановившегося движения вязкой жидкости.

3. Потери удельной энергии в потоке жидкости при установившемся движении

3.1. Режимы движения жидкости

Понятие режима движения жидкости. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Критические значения скорости и числа Рейнольдса. Необходимость учета режимов движения при изучении потерь удельной энергии в потоке.

3.2. Потери удельной энергии в потоке при ламинарном режиме движения жидкости

Классификация гидравлических сопротивлений и потерь удельной энергии в потоке жидкости. Распределение касательных напряжений и скоростей по живому сечению в круглой трубе. Средняя скорость и расход потока при ламинарном движении в круглой трубе. Гидравлический коэффициент трения и потери удельной энергии при ламинарном режиме. Потери удельной энергии на начальном участке трубопровода.

3.3. Потери удельной энергии в потоке при турбулентном режиме движения жидкости

Механизм турбулентного потока: процесс перемещения. Пульсация скоростей и давлений при турбулентном режиме движения жидкости. Мгновенные и осредненные скорости и давления. Ядро течения потока и пристенный вязкий слой (ламинарная пленка). Понятие о гидравлически гладких и гидравлически шероховатых трубах (руслах). Переходная область (зона) сопротивления. Экспериментальное изучение гидравлического коэффициента трения (Дарси). Области сопротивления. Эмпирические и полуэмпирические формулы для определения коэффициента Дарси при турбулентном режиме движения жидкости. Коэффициенты Дарси для некоторых видов труб, применяемых в гидромелиорации. Потери удельной энергии на начальном участке трубопровода. Потери удельной энергии при неравномерном движении жидкости.

3.4. Потери удельной энергии на местные гидравлические сопротивления

Местные потери удельной энергии и их физический смысл. Общее выражение коэффициента гидравлического сопротивления на местные потери удельной энергии. Расчет потерь удельной энергии на простейшие местные гидравлические сопротивления. Коэффициент количества движения (Буссинеска). Коэффициент гидравлического сопротивления системы.

4. Гидравлический расчет потоков жидкости

4.1. Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы при постоянном напоре. Гидравлические струи

Классификация потоков жидкости по соотношению потерь удельной энергии в них. Истечение в атмосферу через малое отверстие с тонкой стенкой. Коэффициенты сжатия, расхода, скорости и гидравлического сопротивления при истечении через незатопленное отверстие с тонкой стенкой. Экспериментальное изучение коэффициентов расхода, скорости и сжатия для малого отверстия с тонкой стенкой. Истечение через большое отверстие. Истечение через незатопленный и затопленный внешний цилиндрический насадок. Вакуум во внешнем цилиндрическом насадке. Предельный напор. Типы насадков. Истечение через другие виды насадков. Сравнение отверстий и насадков по пропускной способности и энергетическим показателям. Изучение через короткие трубы. Сложение потерь удельной энергии в потоке. Понятие о коэффициенте расхода системы. Особенности гидравлического расчета сифона, дюкера, всасывающего трубопровода насоса. Особенности рассматриваемого неустановившегося движения. Истечение из призматических резервуаров при переменном напоре и постоянном притоке. Истечение из призматического резервуара в атмосферу при отсутствии притока. Истечение из призматического резервуара при постоянном напоре под переменный уровень жидкости. Истечение из призматических резервуаров при изменении уровней в обоих резервуарах. Общие сведения о струях. Затопленные и незатопленные струи. Высота и дальность полета гидравлических струй. Динамические свойства струй. Дождевальные струи и их особенность расчета.

4.2. Установившееся напорное движение жидкости в гидравлически длинных трубопроводах

Гидравлический расчет простого гидравлически длинного трубопровода при транспортировке транзитного и непрерывного, равномерно изменяемого (путевого) расхода по его длине. Гидравлический расчет длинных трубопроводов при их последовательном и параллельном соединениях. Расчет экономически наилучшего диаметра нагнетательного (магистрального) трубопровода. Основы гидравлического расчета распределительных водопроводных сетей.

4.3. Неустановившееся движение жидкости в напорных трубопроводах

Гидравлический удар как неустановившееся движение упругой жидкости в упругих трубопроводах. Повышение давления при мгновенном закрытии запорного устройства. Скорость распространения волны гидравлического удара. Гидравлический удар при постепенном закрытии запорного устройства. Защита трубопроводов и сетей от воздействия гидравлического удара.

4.4. Установившееся плавно изменяющееся движение жидкости в открытых руслах

Понятие о равномерном и установившемся неравномерном движении жидкости, о призматических и непризматических руслах. Дифференциальное уравнение установившегося, плавно изменяющегося движения жидкости. Основные виды установившегося движения жидкости в призматических открытых руслах. Понятие об удельной энергии потока и удельной энергии сечения. График удельной

энергии сечения и его анализ. Параметр кинетичности потока. Уравнение критического состояния потока. Определение критической глубины и уклона, способы их расчета для каналов различной формы поперечного сечения. Спокойные и бурные потоки.

4.5. Равномерное движение жидкости в открытых призматических руслах (каналах)

Общие сведения о равномерном движении жидкости. Гидравлически наивыгоднейший профиль сечения канала. Допустимые скорости движения воды в каналах. Основные типы задач при расчете каналов. Характеристики живых сечений с различной формой профиля канала. Взаимосвязи элементов живого сечения. Способы расчета каналов при равномерном движении. Основы гидравлического расчета каналов в безразмерных величинах. Гидравлическая крупность наносов. Движение наносов.

4.6. Установившееся неравномерное, плавно изменяющееся движение жидкости в открытых призматических руслах

Формы свободной поверхности потока в открытых призматических руслах с прямым ($i > 0$), нулевым ($i = 0$) и обратным ($i < 0$) уклонами. Решение дифференциального уравнения установившегося неравномерного, плавно изменяющегося движения жидкости в открытых призматических руслах для разных уклонов дна (способы Н.Н. Павловского и Б.А. Бахметева). Техника расчета кривых свободной поверхности потока в призматических руслах (способы Н.Н. Павловского, И.И. Агроскина и Б.А. Бахметева). Особенности расчета кривых свободной поверхности потока для естественных русел. Общие сведения о характере движения воды в реках. Способы расчета кривых свободной поверхности потока в реках.

4.7. Гидравлический прыжок

Общие сведения о гидравлическом прыжке. Виды гидравлического прыжка. Свершенный гидравлический прыжок. Прыжковая функция и расчет сопряженных глубин. Сопряженные глубины совершенного прыжка в призматических руслах. Потери удельной энергии в гидравлическом прыжке. Экспериментальные исследования длины совершенного гидравлического прыжка и влияние на нее ряда факторов. Понятие послепрыжкового участка русла. Волнистый гидравлический прыжок. Гидравлический прыжок в руслах переменного сечения (непризматические русла). Сопряжение потоков в призматических каналах при изменении уклона дна с $i_1 > i_{кр}$ на $i_2 < i_{кр}$.

5. Гидравлический расчет сооружений и расчеты сопряжений бьефов

5.1. Водосливы. Истечение из-под затворов

Общие сведения о водосливах. Классификация водосливов. Формула расхода водослива. Истечение через водосливы с тонкой стенкой (с острым ребром). Влияние бокового сжатия. Подтопление водослива с тонкой стенкой. Водосливы-водомеры (Томсона, Чипполети и др.). Истечение через водосливы практического профиля. Расчет координат профиля безвакуумного и вакуумного водосливов. Понятие о проектном (профилирующем напоре). Учет бокового сжатия. Подтопле-

ние водослива. Водосливы распластанного типа с криволинейным профилем. Истечение через водосливы с широким порогом. Неподтопленный водослив с широким порогом без бокового сжатия потока. Учет бокового сжатия потока. Подтопленные водосливы с широким порогом. Критерии подтопления. Общие сведения и основы расчета особых водосливов: косых, боковых, криволинейных в плане, щелевых и т.п. Основы гидравлического расчета отверстий водопропускных и водорегулирующих сооружений. Общие сведения об истечении жидкости из-под затворов. Виды истечения из-под затворов. Расчет сжатой глубины в русле за затвором, установленного без порога. Свободное и несвободное истечение из-под плоских и криволинейных затворов. Истечение из-под затворов на гребне водослива практического профиля.

5.2. Расчет сопряжения бьефов и водобойных сооружений

Возможные схемы и режимы сопряжения бьефов. Донный режим сопряжения бьефов и расчет длины крепления русла в нижнем бьефе сооружения. Поверхностный режим сопряжения потоков в нижнем бьефе за водосливом с вертикальным уступом. Сопряжение бьефов при отбросе свободной (неподтопленной) струи. Виды гасителей энергии и их назначение. Гидравлический расчет водобойного колодца. Гидравлический расчет водобойной стенки. Гидравлический расчет комбинированного водобойного колодца. Применение специальных видов гасителей при донном режиме сопряжения потоков.

5.3. Гидравлический расчет сопрягающих сооружений

Гидравлический расчет одноступенчатого и многоступенчатого перепада колодезного типа. Гидравлический расчет быстротока с естественной и искусственной шероховатостью лотка. Гидравлический расчет консольного перепада (сброса).

5.4. Основы движения грунтовых вод

Виды движения грунтовых вод. Фильтрационные свойства грунтов. Скорость фильтрации. Линейный закон фильтрации. Коэффициент фильтрации. Особенности плавно и резко изменяющегося движения грунтовых вод. Дифференциальное уравнение движения грунтовых вод при линейном законе фильтрации. Расчет кривых подпора и спада при ламинарной фильтрации. Фильтрация из каналов. Неплавно изменяющееся напорное движение грунтовых вод.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

форма получения высшего образования: **дневная (полная)**

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля знаний	Иное
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
2 курс, 3 семестр								
	Введение	2	2			2		
1	Гидростатика						Защита лабораторных работ	
1.1	Абсолютное и относительное равновесие жидкости	6	2	2	2	4		
1.2	Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Плавание тел в жидкости	12	6	4	2	8		
2	Основы кинематики и динамики жидкости						Защита лабораторных работ	
2.1	Основы кинематики жидкости	6	2	2	2	4		
2.2	Основы динамики жидкости	6	2	2	2	4		
3	Потери удельной энергии в потоке жидкости при установившемся движении						Защита лабораторных работ	
3.1	Режимы движения жидкости	4	2		2	4		
3.2	Потери удельной энергии в потоке при ламинарном режиме движения жидкости	2	2			4		
3.3	Потери удельной энергии в потоке при турбулентном режиме движения жидкости	2	2			8		
3.4	Потери удельной энергии на местные гидравлические сопротивления	4	2		2	4		
4	Гидравлический расчет потоков жидкости						Защита лабораторных работ	
4.1	Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы при постоянном напоре. Гидравлические струи	12	6	4	2	4		
4.2	Установившееся напорное движение жидкости в гидравлически длинных трубопроводах	10	6	2	2	4		
4.3	Неустановившееся движение жидкости в напорных трубопроводах	6	2	2	2	2		
	ИТОГО	72	36	18	18	52	зачет	

2 курс, 4 семестр								
4	Гидравлический расчет потоков жидкости							
4.4	Установившееся плавно изменяющееся движение жидкости в открытых руслах	4	4			4	Защита лабораторных работ	
4.5	Равномерное движение жидкости в открытых призматических руслах (каналах)	10	4	4	2	4		
4.6	Установившееся неравномерное плавно изменяющееся движение жидкости в открытых призматических руслах	8	4	2	2	4		
4.7	Гидравлический прыжок	8	4	2	2	6		
5	Гидравлический расчет сооружений и расчеты сопряжений бьефов						Защита лабораторных работ	
5.1	Водосливы. Истечение из-под затворов	18	8	2	8	10		
5.2	Расчет сопряжения бьефов и водобойных сооружений	12	6	4	2	10		
5.3	Гидравлический расчет сопрягающих сооружений	10	4	4	2	10		
5.4	Основы движения грунтовых вод	2	2			4		
	ИТОГО	72	36	18	18	52	экзамен	
	ВСЕГО	144	72	36	36	104		

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
форма получения высшего образования: *заочная (полная)*

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля знаний	Иное
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
2 курс								
	Введение	0,25	0,25			5,75		
1	Гидростатика						Защита лабораторных работ	
1.1	Абсолютное и относительное равновесие жидкости	0,75	0,75			9,25		
1.2	Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Плавание тел в жидкости	3	1	2		17		
2	Основы кинематики и динамики жидкости						Защита лабораторных работ	
2.1	Основы кинематики жидкости	1	1			9		
2.2	Основы динамики жидкости	1	1			9		
3	Потери удельной энергии в потоке жидкости при установившемся движении						Защита лабораторных работ	

3.1	Режимы движения жидкости	0,25	0,25			7,75	работ		
3.2	Потери удельной энергии в потоке при ламинарном режиме движения жидкости	2,5	0,5		2	3,5			
3.3	Потери удельной энергии в потоке при турбулентном режиме движения жидкости	0,75	0,75			9,25			
3.4	Потери удельной энергии на местные гидравлические сопротивления	0,5	0,5			7,5			
4	Гидравлический расчет потоков жидкости						Защита лабораторных работ		
4.1	Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы при постоянном напоре. Гидравлические струи	2,5	0,5		2	12,5			
4.2	Установившееся напорное движение жидкости в гидравлически длинных трубопроводах	3	1	2		10			
4.3	Неустановившееся движение жидкости в напорных трубопроводах	0,5	0,5			7,5			
	ИТОГО	16	8	4	4	108	зачет		
3 курс									
4	Гидравлический расчет потоков жидкости						Защита лабораторных работ		
4.4	Установившееся плавно изменяющееся движение жидкости в открытых руслах	0,5	0,5			4			
4.5	Равномерное движение жидкости в открытых призматических руслах (каналах)	3,5	1,5	2		4			
4.6	Установившееся неравномерное плавно изменяющееся движение жидкости в открытых призматических руслах	0,5	0,5			4			
4.7	Гидравлический прыжок	3,5	1,5		2	6			
5	Гидравлический расчет сооружений и расчеты сопряжений бьефов						Защита лабораторных работ		
5.1	Водосливы. Истечение из-под затворов	6	2	2	2	10			
5.2	Расчет сопряжения бьефов и водобойных сооружений	1,5	1,5			10			
5.3	Гидравлический расчет сопрягающих сооружений	0,5	0,5			10			
5.4	Основы движения грунтовых вод					4			
	ИТОГО	16	8	4	4	52	экзамен		
	ВСЕГО	32	16	8	8	160			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

форма получения высшего образования: *заочная (сокращенная)*

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля знаний	Иное
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
2 курс								
	Введение	0,25	0,25			5,75		
1	Гидростатика						Защита лабораторных работ	
1.1	Абсолютное и относительное равновесие жидкости	0,5	0,5			9,25		
1.2	Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Плавание тел в жидкости	3	1	2		17		
2	Основы кинематики и динамики жидкости						Защита лабораторных работ	
2.1	Основы кинематики жидкости	1	1			9		
2.2	Основы динамики жидкости	1	1			9		
3	Потери удельной энергии в потоке жидкости при установившемся движении						Защита лабораторных работ	
3.1	Режимы движения жидкости	0,25	0,25			7,75		
3.2	Потери удельной энергии в потоке при ламинарном режиме движения жидкости	2,5	0,5		2	3,5		
3.3	Потери удельной энергии в потоке при турбулентном режиме движения жидкости	0,5	0,5			9,25		
3.4	Потери удельной энергии на местные гидравлические сопротивления	0,5	0,5			7,5		
4	Гидравлический расчет потоков жидкости						Защита лабораторных работ	
4.1	Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы при постоянном напоре. Гидравлические струи	2,5	0,5		2	12,5		
4.2	Установившееся напорное движение жидкости в гидравлически длинных трубопроводах	0,5	0,5			12		
4.3	Неустановившееся движение жидкости в напорных трубопроводах	0,5	0,5			7,5		
4.4	Установившееся плавно изменяющееся движение жидкости в открытых руслах	0,5	0,5			4		

4.5	Равномерное движение жидкости в открытых призматических руслах (каналах)	2,5	0,5	2		4		
4.6	Установившееся неравномерное плавно изменяющееся движение жидкости в открытых призматических руслах	0,5	0,5			4		
4.7	Гидравлический прыжок	3	1		2	6		
5	Гидравлический расчет сооружений и расчеты сопряжений бьефов						Защита лабораторных работ	
5.1	Водосливы. Истечение из-под затворов	3	1		2	12		
5.2	Расчет сопряжения бьефов и водобойных сооружений	1	1			10		
5.3	Гидравлический расчет сопрягающих сооружений	0,5	0,5			10		
5.4	Основы движения грунтовых вод					4		
	ВСЕГО	24	12	8	4	164	экзамен	

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная

1. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика: учебник / Д.В. Штеренлихт. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2007. – 655 с.
2. Чугаев Р.Р. Гидравлика: учебник / Р.Р. Чугаев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 672 с.
- 3 Сборник задач по гидравлике: учеб. пособие / В.А. Большаков, Ю.М. Константинов, В.Н. Попов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, 1979. – 336 с.
4. Нестеров, М.В. Гидравлика: учеб. пособие / М.В. Нестеров, Л.И. Мельникова, И.М. Нестерова. – Горки: БГСХА, 2016. – 223 с.
5. Гидравлика, водоснабжение и канализация: учеб. пособие для вузов / В.И. Калицун и др.; 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2000 – 397 с.

Дополнительная

6. Богомолов А.И. Гидравлика: учебник / А.И. Богомолов, К.А. Михайлов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1972. – 648 с.
7. Чертоусов М.Д. Гидравлика: спец. курс / М.Д. Чертоусов. – М.: Госэнергоиздат, 1962. – 630 с.
8. Гульков Н.Ф. Гидравлика: лабораторный практикум / Н.Ф. Гульков, М.А. Жарский. – Горки: УО «БГСХА», 2010. – 129 с.
9. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений: справ. пособие / А.Б. Векслер, Т.Г. Войнич-Сяноженский, Л.И. Высоцкий [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 624 с.
10. Справочник по гидравлическим расчетам: учеб. пособие / П.Г. Киселев, А.Д. Альтшуль, Н.В. Данильченко [и др.]. – Изд. 5-е. – М.: Энергия, 1974. – 312 с. – 70 шт.
11. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / Я.М. Вильнер, Я.Т. Ковалев, Б.Б. Некрасов [и др.]. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 382 с.
12. Гульков Н.Ф. Гидравлика: учеб.-метод. пособие / Н.Ф. Гульков, С.И. Понасенко. – Горки, 2007 – 115 с.
13. Гульков Н.Ф. Гидравлика: лабораторный практикум / Н.Ф. Гульков, М.А. Жарский. – Горки, 2010 – 133 с.

4.2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной составляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Самостоятельная работа – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя.

Самостоятельная работа является одним из основных способов усвоения студентами изучаемого материала в свободное от обязательных аудиторных занятий время. Самостоятельная работа студента выполняется в самых различных условиях: в аудитории, библиотеке, читальном зале, лабораториях, кабинетах, во время практики и т.д.

Успех самостоятельной работы зависит от правильно построенного режима дня. Режим дня – это продуманный и согласованный с нормами физиологии труда распорядок учебного труда и отдыха. Режим дня должен составлять студент с учетом своих возможностей, характера и формы учебных занятий, условий жизни, состояния здоровья и личных склонностей. При его составлении надо учесть общие задачи, которые характерны для каждого студента. К ним относятся: систематические аудиторные занятия, самостоятельный учебный труд дома, утренняя гимнастика и водные процедуры, регулярный прием пищи, спорт, культурные развлечения, ежедневное пребывание на свежем воздухе.

Физиологическая норма занятий учебным трудом вуза при строгом соблюдении гигиенического режима – 9 часов в сутки. При этом на самостоятельную внеаудиторную работу отводится по 3 и более часов ежедневно, кроме выходных.

Первоначальная задача организации самостоятельной работы – составление распорядка дня, в котором фиксируется время занятий и их характер (лекция, практические занятия и т.д.), перерывы на обед, ужин, сон, проезд и пр. Установленный порядок дня следует стремиться сохранять неизменным по времени. Вначале некоторым студентам придерживаться строгого распорядка трудно, поэтому необходимо сознательное напряжение воли. В дальнейшем постепенно вырабатывается привычка, снижается волевое напряжение, и умственная работа становится потребностью.

Самостоятельную внеурочную работу по дисциплине условно можно разделить, на обязательную, которую следует выполнять по заданиям преподавателей (работа с литературой и конспектом при подготовке к лабораторным и практическим занятиям; подготовка к сдаче модулей и экзамена), и самостоятельное повышение общетеоретической или специальной подготовки. На младших курсах основные усилия должны быть сосредоточены на своевременном выполнении в первую очередь обязательной самостоятельной работы.

Правильная организация и осуществление самостоятельной работы имеют большое значение для всего процесса обучения, особенно развития индивидуальных способностей студента.

Контроль за качеством самостоятельной работы студентов осуществляется путем выполнения индивидуального задания.

4.3. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций студентов

Для аттестации студентов на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям программы создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты, тематику рефератов.

Оценочными средствами предусматривается оценка способности студентов к

творческой деятельности, их готовности вести поиск решения новых задач, связанных с неточностью конкретных специальных знаний и отсутствием общепринятых алгоритмов.

Для диагностики компетенций могут использоваться следующие формы: устная, письменная и устно-письменная форма.

К устной форме диагностики компетенций относится устный экзамен.

К письменной форме диагностики компетенций относятся: тесты; контрольные работы; рефераты; оценивание на основе модульно-рейтинговой системы; письменные экзамены.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся: отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; оценивание на основе модульно-рейтинговой системы; экзамены.

Форму диагностики компетенций устанавливает кафедра.

4.4. Примерный перечень лабораторных работ

1. Измерение давления.
2. Исследование относительного покоя жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде.
3. Определение силы гидростатического давления жидкости на плоскую поверхность.
4. Исследование плавания тел в жидкости.
5. Исследование и графическая иллюстрация уравнения Бернулли.
6. Измерение расходов в напорных трубопроводах.
7. Определение коэффициента расхода водомера Вентури.
8. Исследование режимов движения жидкости.
9. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
10. Определение гидравлических коэффициентов трения.
11. Исследование истечения через отверстия и насадки при постоянном напоре.
12. Определение времени истечения через отверстия при переменном напоре и постоянном притоке.
13. Определение времени истечения через отверстия при переменном напоре без притока.
14. Исследование трубопровода из параллельно соединенных труб.
15. Исследование трубопровода с равномерным путевым расходом.
16. Исследование кольцевой водопроводной сети.
17. Исследование гидравлического удара в трубопроводе.
18. Определение гидравлических коэффициентов трения безнапорного потока в круглой трубе.
19. Исследование коэффициента шероховатости русла.
20. Формирование свободной поверхности потока при установившемся неравномерном плавно изменяющемся движении.
21. Исследование гидравлического прыжка.
22. Гидравлические исследования прямоугольного водослива с острым ребром.

23. Гидравлические исследования водослива практического профиля.
24. Гидравлические исследования водослива с широким порогом.
25. Гидравлические исследования истечения из-под затвора.
26. Исследование характера сопряжения потока и определение длины крепления русла в нижнем бьефе водослива практического профиля.
27. Исследование свободной поверхности потока на быстротоке.

4.5. Примерный перечень практических занятий

1. Абсолютное равновесие жидкости. Гидравлический расчет простейших гидравлических машин (пресс, домкрат и др.).
2. Сила гидростатического давления и точка ее приложения на плоские, произвольно ориентированные поверхности.
3. Сила гидростатического давления и точка ее приложения на криволинейные поверхности. Плавание тел.
4. Основные гидравлические элементы потока. Расход потока и средняя скорость.
5. Практическое применение уравнения Бернулли.
6. Истечение через отверстия и насадки при постоянном и переменном напорах. Коэффициент расхода системы. Расчет времени шлюзования.
7. Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Типы задач при гидравлическом расчете коротких трубопроводов (I, II, III).
8. Гидравлический расчет длинных трубопроводов.
9. Гидравлический расчет водопроводных сетей.
10. Гидравлический расчет каналов при равномерном движении. Основные типы задач. Расчет параметров канала способами подбора и графоаналитическим. Расчет каналов из условия неразмываемости и незаиляемости.
11. Гидравлически наиболее выгодный профиль сечения канала. Определение параметров канала по специальным таблицам И.И. Агроскина.
12. Расчет кривых свободной поверхности потока при установившемся неравномерном движении в открытых руслах.
13. Гидравлический прыжок. Построение графика прыжковой функции, определение сопряженных глубин в призматическом русле. Определение длины прыжка, потерь удельной энергии.
14. Расчет водосливов практического профиля. Построение профиля водослива. Учет бокового сжатия и подтопления.
15. Расчет сопряжения потоков в НБ водослива. Определение длины крепления русла при донном режиме сопряжения потоков в НБ водослива.
16. Гидравлический расчет водобойного колодца, стенки, комбинированного колодца.
17. Гидравлический расчет сопрягающих сооружений. Гидравлический расчет многоступенчатого перепада.
18. Гидравлический расчет сопрягающих сооружений. Гидравлический расчет быстротока.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Наименование дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Сельскохозяйственные мелиорации	Мелиорации и водного хозяйства		
Гидротехнические сооружения Насосы и насосные станции Сельскохозяйственное водоснабжение Водоотведение и очистка сточных вод Комплексное использование водных ресурсов	ГТС и водоснабжения		

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 20 /20 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
ГТС и водоснабжения протокол № ____ от 20 г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой
к.с.х.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.С.Кукреш
(и.о. фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
декан мелиоративно-
строительного факультета
к.с.х.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Ю.Н. Дуброва
(и.о. фамилия)