

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ**  
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.ДВ.5.1	Гидравлика систем ВиВ

Код направления подготовки	08.03.01
Направление подготовки	Строительство
Наименование ОПОП профиль	Водоснабжение и водоотведение
Уровень образования	Бакалавр
Год начала подготовки	2013
Форма обучения*	Очная, очно-заочная, заочная.

**Разработчики:**

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
профессор	к. т. н.		Чижик К.И.
доцент	к. т. н.		Викулин П.Д.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (структурного подразделения) Водоотведение и водная экология :**

должность	подпись			ученая степень и звание, ФИО
Зав. кафедрой (руководитель подразделения)				д. т. н., профессор Алексеев Е.В.
год обновления	2014	2015	2016	
Номер протокола	№1	№1		
Дата заседания кафедры (структурного подразделения)	29.08.14.	31.08.15.		

**Рабочая программа согласована:**

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель	Нечитаева В.А.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП				

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гидравлика систем ВиВ» является формирование у обучающегося профессиональных знаний и навыков для решения практических задач по созданию и эксплуатации современных систем водоснабжения и водоотведения, подготовить выпускников к проектной и производственной деятельности в области водопроводных и водоотводящих систем в условиях развития современных городов.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине Гидравлика систем ВиВ, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	ПК-2	<b>Знает</b> основные физические свойства жидкости, гидростатику и гидродинамику, основы кинематики и динамики жидкости, гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкости, неустановившееся движение в напорных трубопроводах, устройства для подъёма и транспортировки воды.	31
		<b>Умеет</b> применять полученные знания гидравлических законов в практических целях, рассчитывать гидравлические сопротивления, составлять схемы последовательного, параллельного и кольцевого соединений трубопроводов, сопоставлять уклон местности с уклонами трубопроводов в системах водоотведения, проектировать трубопроводные системы, различать их конструктивные элементы, использовать современные методики инженерных расчетов систем, объектов и сооружений.	У1
		<b>Имеет навыки</b> пользования нормативно-технической литературой, методиками гидравлического расчета напорных и безнапорных трубопроводов, пользования методами анализа качества многокомпонентных жидкостей, работы со специальной литературой, и осуществлять поиск нужной информации в интернете, расчетов трубопроводных систем	Н1

### 3. Указание места дисциплины Гидравлика систем ВиВ в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидравлика систем ВиВ» относится к математическому, естественнонаучному и общетехническому циклу, вариативной части основной образовательной программы по направлению 270800 Строительство, профиль «Водоснабжение и водоотведение», обеспечивает логическую взаимосвязь с дисциплинами «Инженерные системы зданий и сооружений» Водоснабжение и водоотведение, «Водоснабжение», «Водоотводящие системы и сооружения», «Очистные сооружения водоотведения», «Санитарно-техническое оборудование зданий», «Насосные и воздуходувные станции», «Реконструкция систем водоснабжения», «Реконструкция систем водоотведения», «Гидрология, гидрометрия и гидротехнические сооружения»,

«Системы водоснабжения промпредприятий», «Системы водоотведения промпредприятий».

Для освоения данной дисциплины используются знания и умения, приобретенные при изучении таких дисциплин как, «История развития систем и сооружений ВиВ», «Введение в специальность ВиВ», «Математика», «Химия», «Физика», «Экология», «Геология», «Геодезия».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовности обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей).

*Входные знания:*

- физические, математические и химические законы;
- законы об охране окружающей природной среды, об основах градостроительства, в которых рассматриваются проектирования населённых пунктов с учётом расположения относительно водоёмов;
- основные направления и перспективы развития систем водоснабжения и водоотведения населенных мест и производственных зон, элементы этих систем, современное оборудование, методы и расчеты и проектирование;
- нормативно-технические документы (ГОСТы, СП, Справочный материал и др.), которыми регламентируются условия проектирования возведения и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения и их сооружений.

*Входное умение:*

- разрабатывать конструктивные решения систем ВиВ, выполнять гидравлические и технологические расчеты по современным нормам;
- выбирать оптимальные схемы систем ВиВ населенных мест и объектов производственного назначения;
- правильно выбирать материалы систем ВиВ с учетом характеристики потоков, обеспечивающие требуемые показатели долговечности, надежности, безопасности и экономичности;
- выбирать и использовать механическое, энергетическое и технологическое оборудование систем ВиВ.

*Готовность овладеть и продемонстрировать полученные знания:*

- основными информационными технологиями получения знаний;
- навыками использования методической и нормативной литературы при решении задач водоснабжения и водоотведения.
- закрепление изучаемого материала, развитие навыков его практического применения осуществляемого через выполнение практических и самостоятельных работ.

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины «Гидравлика систем ВиВ» необходимо как предшествующее:

- «Инженерные системы зданий и сооружений»;
- «Водоотводящие системы и сооружения»;

**4. Объем дисциплины Гидравлика систем ВиВ в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы\_108 акад. часов.

*(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)*

## Структура дисциплины:

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися						
				Лекции	Практико- ориентированные занятия			КСР		
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР			
1.	ВВЕДЕНИЕ	3	1	1	-	-	-	5	Фронтальный опрос	
2.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	3	2,3	2	-	4	-	7	Фронтальный опрос	
3.	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	3	4,5	2	-	6	-	7	Фронтальный опрос	
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	3	6,7	2	-	6	-	7	Фронтальный опрос	
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	3	8,9	2	-	6	-	7	Фронтальный опрос	
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	3	10,1 1	4	-	4	-	7	Фронтальный опрос	
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕ СЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	3	12,1 3,	3	-	6	-	7	Фронтальный опрос	
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	3	14	2	-	4	-	7	Фронтальный опрос	
<b>Итого: 108:</b>				<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>54</b>	<b>Зачет</b>	

Форма обучения - очно - заочная не предусмотрена.

Форма обучения - заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися					КСР		
				Лекции	Практико- ориентированные занятия			Самостоятельная работа			
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР				
1.	ВВЕДЕНИЕ	5	1	0,5	-	-	-	-	4	Фронтальный опрос	
2.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	5	2	0,5	1	-	-	-	12	Фронтальный опрос	
3.	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	5	3,4	1	1	-	-	-	12	Фронтальный опрос	
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	5	5,6	0,5	1	-	-	-	12	Фронтальный опрос	
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	5	7,8	1	-	-	-	-	14	Фронтальный опрос	
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	5	9,1 0	0,5	1	-	-	-	14	Фронтальный опрос	
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	5	11, 12	1	1	-	-	-	14	Фронтальный опрос	
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ	5	13,	1	1	-	-	-	14	Фронтальный	

	СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ		14						опрос
	<b>Итого:108:</b>		<b>6</b>	<b>6</b>				<b>96</b>	<b>Зачет</b>

**5. Содержание дисциплины Гидравлика систем ВиВ, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

5.1. *Содержание лекционных занятий*

5.1.1 *Форма обучения – очная.*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1.	ВВЕДЕНИЕ	Исторические аспекты гидравлики в системах водоснабжения и водоотведения	1
2.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	Важнейшие производные единицы СИ, применяемые в гидравлике, наименование, размерность, обозначения.	2
3.	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме, определение поверхности равного давления во вращающейся жидкости, элементы гидростатического давления, вакуумметрическое давление, ртутный и пружинный манометры.	2
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	Вывод уравнения неразрывности идеальной жидкости, скоростной напор, пьезометрический напор, геометрический напор, удельная кинетическая энергия, удельная энергия давления, удельная потенциальная энергия.	2
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости, модель определения движения жидкости, модель распределения скорости при ламинарном движении жидкости, изменение давления в трубопроводе при ламинарном движении жидкости, схема изменения движения потока при различных конфигурациях трубопровода, внезапное сужение и расширение трубопровода.	2
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	Кольцевые и тупиковые схемы начертания систем водоснабжения, элементы систем водоснабжения, взаимосвязь между этими элементами, изменение потерь давления в	4

		коротких и длинных водоводах, примеры коротких водоводов, примеры длинных водоводов, гидромашины.	
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	Гидравлический прыжок, схема гидравлического прыжка, расчет водобойной стенки, взаимодействие струи потока с твердой поверхностью.	3
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	Влияние уклона местности на трассировку водоотводящей системы, применение уравнения Павловского для расчета водоотводящих систем, коэффициенты сопротивления в трубопроводах из различных материалов (керамика, чугун, железобетон, асбесто-цемент, полимеры).	2
			<b>18</b>

5.1.2 Форма обучения - очно – заочная не предусмотрена.

5.1.3 Форма обучения – заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1.	ВВЕДЕНИЕ	Исторические аспекты гидравлики в системах водоснабжения и водоотведения	0,5
2.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	Важнейшие производные единицы СИ, применяемые в гидравлике, наименование, размерность, обозначения.	0,5
3.	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме, определение поверхности равного давления во вращающейся жидкости, элементы гидростатического давления, вакуумметрическое давление, ртутный и пружинный манометры.	1
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	Вывод уравнения неразрывности идеальной жидкости, скоростной напор, пьезометрический напор, геометрический напор, удельная кинетическая энергия, удельная энергия давления, удельная потенциальная энергия.	0,5
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости, модель определения движения жидкости, модель распределения скорости при ламинарном движении жидкости, изменение давления в	1

		трубопроводе при ламинарном движении жидкости, схема изменения движения потока при различных конфигурациях трубопровода, внезапное сужение и расширение трубопровода.	
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	Кольцевые и тупиковые схемы начертания систем водоснабжения, элементы систем водоснабжения, взаимосвязь между этими элементами, изменение потерь давления в коротких и длинных водоводах, примеры коротких водоводов, примеры длинных водоводов, гидромашины.	0,5
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	Гидравлический прыжок, схема гидравлического прыжка, расчет водобойной стенки, взаимодействие струи потока с твердой поверхностью.	1
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	Влияние уклона местности на трассировку водоотводящей системы, применение уравнения Павловского для расчета водоотводящих систем, коэффициенты сопротивления в трубопроводах из различных материалов (керамика, чугун, железобетон, асбестоцемент, полимеры).	1
			<b>6</b>

## 5.2. Лабораторный практикум

5.2.1. Форма обучения - очная. Практикум не предусмотрен.

5.2.2. Форма обучения очно – заочная не предусмотрена.

5.2.3. Форма обучения – заочная.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лабораторного практикума	Кол-во акад. часов
1.	ВВЕДЕНИЕ	Этапы формирования централизованных систем водоснабжения и водоотведения	-
2.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	Единицы измерения физических величин (систем СИ, МКГСС, СГС, внесистемные), зависимость плотности воды от температуры, плотность жидкости, удельный вес жидкости, вязкость. Примеры.	1
3.	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	Определение свойств гидростатического давления, предпосылки для вывода дифференциального уравнения равновесия	1



		жидкости, определение давления в покое жидкости, равновесие в покое жидкости, равновесие жидкости в цистерне, движущейся с ускорением, равновесие жидкости в прямоугольном резервуаре, разделенном на 2 сегмента, равновесие жидкости во вращающемся сосуде, распределение гидростатического давления в открытом резервуаре, определение гидростатического напора, ртутный манометр.	
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	Гидродинамическое давление, скорость движения жидкости, модель трубки тока, определение элементарного расхода, схема для вывода уравнения неразрывности, равномерное и неравномерное движение, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус, уравнение Бернулли для идеальной жидкости, удельная потенциальная энергия, удельная кинетическая энергия.	1
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	Критическое значение Рейнольдса, эпюра распределения скоростей потока, уравнение Дарси, уравнение Альтшуля, местное сопротивление, определение суммарных потерь напора в трубопроводе.	-
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	Принципы начертания водопроводных сетей, короткие и длинные водоводы, истечение жидкости в атмосферу, истечение жидкости в резервуар, пьезометрические линии, линии энергии, коэффициент Шези.	1
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	Уравнение Бернулли для неустановившегося движения, истечение жидкости из резервуара при переменном напоре, суммарный график скорости, расхода и напора, гидравлический удар, способы гашения гидравлического удара.	1
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	Уравнение Шези, уравнение Павловского, коэффициент шероховатости по Павловскому, основные типы задач при расчете каналов, каналы замкнутого сечения, гидравлические характеристики живого сечения потока, схема непрерывного движения отложений в водоотводящей трубе.	1
			<b>6</b>

5.3. *Перечень практических занятий.*

5.3.1. *Форма обучения очная.*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1.	ВВЕДЕНИЕ	Этапы формирования централизованных систем водоснабжения и водоотведения	-
2	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	Единицы измерения физических величин (систем СИ, МКГСС, СГС, внесистемные), зависимость плотности воды от температуры, плотность жидкости, удельный вес жидкости, вязкость. Примеры.	4
3	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	Определение свойств гидростатического давления, предпосылки для вывода дифференциального уравнения равновесия жидкости, определение давления в покоящейся жидкости, равновесие в покоящейся жидкости, равновесие жидкости в цистерне, движущейся с ускорением, равновесие жидкости в прямоугольном резервуаре, разделенном на 2 сегмента, равновесие жидкости во вращающемся сосуде, распределение гидростатического давления в открытом резервуаре, определение гидростатического напора, ртутный манометр.	6
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	Гидродинамическое давление, скорость движения жидкости, модель трубки тока, определение элементарного расхода, схема для вывода уравнения неразрывности, равномерное и неравномерное движение, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус, уравнение Бернулли для идеальной жидкости, удельная потенциальная энергия, удельная кинетическая энергия.	6
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	Критическое значение Рейнольдса, эпюра распределения скоростей потока, уравнение Дарси, уравнение Альтшуля, местное сопротивление, определение суммарных потерь напора в трубопроводе.	6
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	Принципы начертания водопроводных сетей, короткие и длинные водоводы, истечение жидкости в атмосферу, истечение жидкости в резервуар, пьезометрические линии, линии энергии, коэффициент Шези.	4
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	Уравнение Бернулли для неустановившегося движения, истечение жидкости из резервуара при переменном напоре, суммарный график скорости, расхода и напора, гидравлический	6

		удар, способы гашения гидравлического удара.	
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	Уравнение Шези, уравнение Павловского, коэффициент шероховатости по Павловскому, основные типы задач при расчете каналов, каналы замкнутого сечения, гидравлические характеристики живого сечения потока, схема непрерывного движения отложений в водоотводящей трубе.	4
			<b>36</b>

5.3.2. Форма обучения - очно - заочная. Практические занятия не предусмотрены.

5.3.3. Форма обучения - заочная. Практические занятия не предусмотрены.

5.4. Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане).

5.4.1. Форма обучения - очная. Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам не предусмотрены.

5.4.2. Форма обучения - очно - заочная не предусмотрена. Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам не предусмотрены.

5.4.3. Форма обучения - заочная. Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам не предусмотрены.

5.5. Самостоятельная работа.

5.5.1. Форма обучения - очная.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1.	ВВЕДЕНИЕ	Исторические аспекты гидравлики в системах водоснабжения и водоотведения	5
2.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	Важнейшие производные единицы СИ, применяемые в гидравлике, наименование, размерность, обозначения.	7
3.	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме, определение поверхности равного давления во вращающейся жидкости, элементы гидростатического давления, вакуумметрическое давление, ртутный и пружинный манометры.	7
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	Вывод уравнения неразрывности идеальной жидкости, скоростной напор, пьезометрический напор, геометрический напор, удельная кинетическая энергия,	7

		удельная энергия давления, удельная потенциальная энергия.	
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости, модель определения движения жидкости, модель распределения скорости при ламинарном движении жидкости, изменение давления в трубопроводе при ламинарном движении жидкости, схема изменения движения потока при различных конфигурациях трубопровода, внезапное сужение и расширение трубопровода.	7
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	Кольцевые и тупиковые схемы начертания систем водоснабжения, элементы систем водоснабжения, взаимосвязь между этими элементами, изменение потерь давления в коротких и длинных водоводах, примеры коротких водоводов, примеры длинных водоводов, гидромашины.	7
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	Гидравлический прыжок, схема гидравлического прыжка, расчет водобойной стенки, взаимодействие струи потока с твердой поверхностью.	7
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	Влияние уклона местности на трассировку водоотводящей системы, применение уравнения Павловского для расчета водоотводящих систем, коэффициенты сопротивления в трубопроводах из различных материалов (керамика, чугун, железобетон, асбестоцемент, полимеры).	7
			<b>54</b>

5.5.2. Форма обучения - очно - заочная не предусмотрена.

5.5.3. Форма обучения - заочная.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1.	ВВЕДЕНИЕ	Исторические аспекты гидравлики в системах водоснабжения и водоотведения	4
2.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	Важнейшие производные единицы СИ, применяемые в гидравлике, наименование, размерность, обозначения.	12
3.	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме, определение	12

		поверхности равного давления во вращающейся жидкости, элементы гидростатического давления, вакуумметрическое давление, ртутный и пружинный манометры.	
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	Вывод уравнения неразрывности идеальной жидкости, скоростной напор, пьезометрический напор, геометрический напор, удельная кинетическая энергия, удельная энергия давления, удельная потенциальная энергия.	12
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости, модель определения движения жидкости, модель распределения скорости при ламинарном движении жидкости, изменение давления в трубопроводе при ламинарном движении жидкости, схема изменения движения потока при различных конфигурациях трубопровода, внезапное сужение и расширение трубопровода.	14
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	Кольцевые и тупиковые схемы начертания систем водоснабжения, элементы систем водоснабжения, взаимосвязь между этими элементами, изменение потерь давления в коротких и длинных водоводах, примеры коротких водоводов, примеры длинных водоводов, гидромашины.	14
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	Гидравлический прыжок, схема гидравлического прыжка, расчет водобойной стенки, взаимодействие струи потока с твердой поверхностью.	14
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	Влияние уклона местности на трассировку водоотводящей системы, применение уравнения Павловского для расчета водоотводящих систем, коэффициенты сопротивления в трубопроводах из различных материалов (керамика, чугун, железобетон, асбестоцемент, полимеры).	14
			<b>96</b>

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

Организация самостоятельной работы обучающихся выполняется по темам, предварительно выданным в соответствии с лекционным курсом. Вопросы для самоконтроля и типовые задания для самопроверки выдаются согласно плану.

Учебно-методические материалы, которые помогают обучающемуся организовать самостоятельное изучение тем дисциплины соответствуют лекциям и индивидуальные задания к практическим занятиям и составить краткий конспект лекций. При этом студент должен иметь доступ к материалам, размещенным в ЭБС АСВ.

В самостоятельной работе используются учебные материалы, указанные в разделе 8.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Гидравлика систем ВиВ.

### 8.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2	+	+	+	+	+	+	+	+

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания						Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль					Промежуточная аттестация	
		Фронтальный опрос	Фронтальный опрос	Фронтальный опрос	Фронтальный опрос	Расчетно-графическая работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-2	З1	+	+	+	+			+
	У1	+	+	+	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+	+	+	+

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Гидравлика систем ВиВ в форме Экзамена/Дифференцированного зачета. Не предусмотрено.

7.2.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Гидравлика систем ВиВ в форме Защиты курсовой работы/проекта. Не предусмотрено.

7.2.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Гидравлика систем ВиВ в форме Зачета.

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
З1	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал из литературы
У1	Обучающийся с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы	Обучающийся свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятое решение
Н1	Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

#### 7.3.1. Текущий контроль

В течение семестра проводится фронтальный опрос.

Вопросы к текущему контролю:

1. Дайте определение гидравлики как научной дисциплины.
2. В чем состоит значение гидравлики для специалистов водоснабжения и водоотведения?
3. Перечислите основные физические свойства жидкостей.
4. В чем состоит отличие жидкостей от твердых тел и газов?
5. Что понимают под идеальной жидкостью?
6. Какая связь существует между плотностью и удельным весом жидкостей?
7. В каких единицах измеряют удельный вес в системе СИ?
8. Что такое коэффициент объемного сжатия жидкости? Какова его связь с модулем объемной упругости?
9. Что называется кинематической и динамической вязкостью жидкости?
10. В чем состоит гипотеза Ньютона о вязкости жидкости?
11. Какая связь существует между динамической и кинематической вязкостями?
12. В каких единицах измеряют динамическую вязкость в системе СИ?
13. Дать определение гидростатического давления.
14. Какие свойства гидростатического давления вам известны?
15. В каких единицах измеряется гидростатическое давление?
16. Что называется абсолютным и избыточным давлением?
17. Что называется вакуумом, вакуумметрической высотой и вакуумметрическим давлением?
18. Что называется пьезометрическим и гидростатическим напором?
19. Что называется поверхностью равного давления?
20. Какие приборы называют манометрами, вакуумметрами, что они измеряют и чем различаются?
21. Как и каким прибором измеряют разность давлений в двух различных точках жидкости?
22. Как определить равнодействующую гидростатического давления жидкости на плоские стенки? Что называется центром тяжести и центром давления площадки?
23. Приведите пример, когда центр тяжести и центр давления плоской фигуры совпадают?

#### 7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ». Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:

1. В каких случаях равнодействующую силу гидростатического давления определяют без учета давления на свободной поверхности?
2. Как определить горизонтальную и вертикальную составляющие гидростатического давления, действующего на цилиндрический затвор?
3. По каким формулам определяются сила давления и координаты центра давления на



- цилиндрические поверхности?
4. Как определить силу давления на стенки цилиндрических труб?
  5. Какие два режима движения жидкости вы знаете и каковы их характерные особенности?
  6. Какой критерий для определения режима движения жидкости был введен и как он записывается для круглых труб и труб произвольного сечения?
  7. Какие физические свойства жидкости и характеристики потока влияют на режим движения жидкости?
  8. Приведите примеры турбулентного и ламинарного режимов движения потока для жидкостей с различной вязкостью.
  9. Как распределяются скорость и давление по живому сечению в круглой трубе при ламинарном режиме движения жидкости?
  10. Какие трубы называются гидравлически гладкими и гидравлически шероховатыми; по каким формулам определяются коэффициенты гидравлического трения по длине при двух режимах движения жидкости?
  11. Как определить потери напора при ламинарном режиме?
  12. Как распределена скорость по поперечному сечению потока при турбулентном режиме?
  13. Проанализируйте величины, входящие в формулу для расчета потерь напора по длине трубопровода.
  14. Какова формула для определения местных потерь напора? По какой формуле определяется коэффициент сопротивления при внезапном расширении потока?
  15. Приведите примеры местных гидравлических сопротивлений.
  16. Какие виды потерь напора преобладают для случая движения жидкости по длинному трубопроводу?
  17. Что означает коэффициент местного сопротивления  $\zeta$ ?
  18. Как определить суммарные потери напора при движении жидкости по трубопроводу?

Тематика курсовых работ/курсовых проектов: Не предусмотрено.

Вопросы к защите курсовых работ/курсовых проектов: Не предусмотрено.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ».

- Аттестационные испытания проводятся преподавателем (или комиссией преподавателей – в случае модульной дисциплины), ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, или преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия (кроме устного экзамена). Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные

испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре (структурному подразделению).

- Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.
- Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, калькуляторами.
- **Время подготовки ответа при сдаче зачета/экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным).** Время ответа – не более 15 минут.
- Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.
- Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения. При проведении письменных аттестационных испытаний или компьютерного тестирования – в день их проведения или не позднее следующего рабочего дня после их проведения.
- Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в письменной форме, форме итоговой контрольной работы или компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины Гидравлика систем ВиВ.**

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература :</i> НТБ МГСУ				
1	Гидравлика систем ВиВ	Викулин П.Д., Викулина В.Б. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения Учебник: - М.: 2014 – 185 с. НТБ МГСУ	50	100
2	Гидравлика систем ВиВ	Воронов Ю.В. Учебник для вузов. "Водоотведение " М.; АСВ, 2014 г. – 409 с.	71	100
<i>Дополнительная литература:</i>				

Гидравлика систем ВиВ	Кичигин В.И. Водоотводящие системы промышленных предприятий: учебное пособие для строительных вузов. – М.: Изд. АСВ, 2011. – 654 с.	114	100
-----------------------	---	-----	-----

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины Гидравлика систем ВиВ.**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
<a href="http://www.edu.ru/index.php">«Российское образование» - федеральный портал</a>	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>
Научно-техническая библиотека МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Организация деятельности обучающегося
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li> <li>2. Ознакомление с терминами, понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</li> <li>3. Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</li> <li>4. Уделить внимание следующим понятиям: число Рейнольдса, формуле Шези, расходу, скорости, напору, потерям по длине и др.</li> <li>5. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, составление расчётно-графических схем и др.</li> <li>6. Просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом</li> <li>7. Подготовка к лабораторным работам.</li> <li>8. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.</li> <li>9. При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</li> </ol>

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

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспеченности (%)
1.	ВВЕДЕНИЕ	Исторические аспекты гидравлики в системах водоснабжения и водоотведения	Слайд презентации	30%
2.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	Важнейшие производные единицы СИ, применяемые в гидравлике, наименование, размерность, обозначения.	Слайд презентации	30%
3.	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме, определение поверхности равного давления во вращающейся жидкости, элементы гидростатического давления, вакуумметрическое давление, ртутный и пружинный манометры.	Слайд презентации	30%
4.	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	Вывод уравнения неразрывности идеальной жидкости, скоростной напор, пьезометрический напор, геометрический напор, удельная кинетическая энергия, удельная энергия давления, удельная потенциальная энергия.	Слайд презентации	30%
5.	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости, модель определения движения жидкости, модель распределения скорости при ламинарном движении жидкости, изменение давления в трубопроводе при ламинарном движении жидкости, схема изменения движения потока при различных конфигурациях трубопровода, внезапное сужение и расширение трубопровода.	Слайд презентации	30%
6.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	Кольцевые и тупиковые схемы начертания систем водоснабжения, элементы систем водоснабжения, взаимосвязь между этими элементами, изменение потерь давления в коротких и длинных водоводах, примеры коротких водоводов, примеры длинных водоводов, гидромашины.	Слайд презентации	30%
7.	НЕУСТАНОВИВШЕЕ	Гидравлический прыжок, схема	Слайд	30%

	СЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	гидравлического прыжка, расчет водобойной стенки, взаимодействие струи потока с твердой поверхностью.	презентации	
8.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	Влияние уклона местности на трассировку водоотводящей системы, применение уравнения Павловского для расчета водоотводящих систем, коэффициенты сопротивления в трубопроводах из различных материалов (керамика, чугун, железобетон, асбесто-цемент, полимеры).	Слайд презентации	<b>30%</b>

*11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	ВВЕДЕНИЕ	Исторические аспекты гидравлики в системах водоснабжения и водоотведения	Microsoft Office	МГСУ
2	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ	Важнейшие производные единицы СИ, применяемые в гидравлике, наименование, размерность, обозначения.	Microsoft Office	МГСУ
3	РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ	Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме, определение поверхности равного давления во вращающейся жидкости, элементы гидростатического давления, вакуумметрическое давление, ртутный и пружинный манометры.	Microsoft Office	МГСУ
4	ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ЖИДКОСТИ	Вывод уравнения неразрывности идеальной жидкости, скоростной напор, пьезометрический напор, геометрический напор, удельная кинетическая энергия, удельная энергия давления, удельная потенциальная энергия.	Microsoft Office	МГСУ
5	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ	Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости, модель определения движения жидкости, модель распределения скорости при ламинарном движении жидкости, изменение давления в трубопроводе при ламинарном движении жидкости, схема изменения движения потока при различных конфигурациях	Microsoft Office	МГСУ

		трубопровода, внезапное сужение и расширение трубопровода.		
6	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	Кольцевые и тупиковые схемы начертания систем водоснабжения, элементы систем водоснабжения, взаимосвязь между этими элементами, изменение потерь давления в коротких и длинных водоводах, примеры коротких водоводов, примеры длинных водоводов, гидромашины.	Microsoft Office	МГСУ
7	НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	Гидравлический прыжок, схема гидравлического прыжка, расчет водобойной стенки, взаимодействие струи потока с твердой поверхностью.	Microsoft Office	МГСУ
8	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	Влияние уклона местности на трассировку водоотводящей системы, применение уравнения Павловского для расчета водоотводящих систем, коэффициенты сопротивления в трубопроводах из различных материалов (керамика, чугун, железобетон, асбесто-цемент, полимеры).	Microsoft Office	МГСУ

### 11.3. Перечень информационных справочных систем

#### Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине «Гидравлика систем ВиВ» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4

1	Лекционные занятия	стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практическое занятие	мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
3	Лабораторные занятия	Дистиллятор ДЭ-4-02 Калориметр КФК-2-УХЛ 4,2 Калориметрическая лаборатория Лабораторный рН-метр HANNA HI 2215	101б УЛБ Учебная лаборатория кафедры «Водоотведение и водная экология» 303в УЛВ Учебная лаборатория кафедры «Водоотведение и водная экология»

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению /специальности 08.03.01 Строительство, профиль Водоснабжение и водоотведение