

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт строительства и архитектуры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
В.В. Кружаев

« ___ » _____ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Образовательная программа высшего образования <i>Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов</i>	Код ОП 08.06.01
Направление подготовки <i>Техника и технологии строительства</i>	Код направления и уровня подготовки 08.06.01
Уровень подготовки Подготовка кадров высшей квалификации	
Квалификация, присваиваемая выпускнику Исследователь. Преподаватель - исследователь	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: от 30 июля 2014 г. № 873 с изменениями и дополнениями от 30.04.2015 г.
ФГОС высшего образования по направлению 08.06.01 Техника и технологии строительства	

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2015 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Мигалатий Е.В.	д.т.н., профессор	зав. кафедрой	Водного хозяйства и технологии воды	
2	Никифоров А.Ф.	д.т.н., профессор	профессор	Водного хозяйства и технологии воды	
3	Аникин Ю.В.	к.т.н., доцент	доцент	Водного хозяйства и технологии воды	

Рекомендовано учебно-методическим советом института Строительного института

Председатель учебно-методического совета

З.Б. Беляева

Протокол № 3 от 10.03.2015 г.

Согласовано:

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»

Дисциплина посвящена изучению процессов механической и физико-химической обработки воды и современных технологий водоочистки. Рассматриваются основные технологические процессы и аппараты для обработки воды и методы их расчета.

Аннотация содержания дисциплины

1	Пререквизиты	«История науки (по отраслям)»; «Методология научных исследований»
2	Кореквизиты*	«Научно-исследовательский семинар»
3	Постреквизиты*	Итоговая государственная аттестация

Изучение дисциплины основывается на знаниях, полученных студентами при прохождении ряда естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, таких как "Химия воды и микробиология", "Коллоидные системы", "Прикладная химия", "Теоретические основы механической обработки воды", "Гидравлика" "Инженерная геология", "Строительные конструкции", "Насосы и воздухоподводящие станции" и другие.

1.2. Язык реализации дисциплины - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у аспиранта следующих компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность соблюдать нормы научной этики и авторских прав (ОПК-3);
- способность к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов (ОПК-4);
- способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ОПК-5);

- способность к разработке новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области строительства (ОПК-7);
- умение проводить анализ и синтез современных процессов и технологий систем водоснабжения, канализации, строительных систем охраны водных объектов (ПК-2);
- умение разрабатывать технические задания и технико-экономические обоснования на создание наукоемких изделий для строительства, обеспечения производственных и технологических процессов систем водоснабжения, канализации, строительных систем охраны водных объектов, а также формирования показателей качества выпускаемой продукции и процессов согласно существующей национальной и международной нормативной базе (ПК-3);

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- фазовое равновесие в водных системах;
- состав и строение водных систем;
- процессы на поверхности раздела фаз;
- различия в распределении веществ между фазами;
- способы осуществления распределения веществ между фазами;
- основные методы очистки воды и аппараты (сооружения) по очистке природных и сточных вод
- конструкции и работу аппаратов и сооружений
- основные технологические параметры работы аппаратов и сооружений

Уметь:

- составить технологическую схему очистки воды;
- выбрать реагенты для очистки воды;
- обосновать выбор оборудования для очистки воды;
- производить расчет аппаратов для очистки воды;
- применять полученные знания при изучении последующих дисциплин и в профессиональной деятельности.
- выбирать наиболее рациональные методы очистки воды и оптимальный состав сооружений при проектировании станций водоподготовки и очистки сточных вод с учетом местных условий и технико-экономических соображений,
- производить расчет аппаратов и сооружений,

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками оценки качества очистки сточных вод;
- критериями для сброса сточных вод в водоемы;
- методикой эколого-экономической оценки ущерба от загрязнения сточными водами природных объектов;
- средствами обеспечения надежной работы систем очистки сточных вод.
- владеть навыком применения решений, обеспечивающих техническую эффективность применяемых процессов и аппаратов очистки воды.
- самостоятельно делать выбор наиболее оптимальные методы очистки воды
- освоить технологические навыки анализа работы сооружений и научить оценивать достоинства и недостатки конструкций очистных аппаратов и сооружений.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6 семестр
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	-	-	-
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	100	0,6	100
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4,85	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3	3	3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Раздел, темы дисциплины	Содержание
1	Процессы и технологии механической очистки	Решетки. Механизированные решетки. Комбинированные решетки-дробилки. Конструкции и расчет. Назначение и технологическая роль сооружений очистки в процессах отстаивания. Гидравлическая крупность взвешенных веществ. Песколовки горизонтальные, вертикальные, тангенциальные, аэрируемые. Процессы осветления сточных вод.
2	Процессы и технологии физико-химической очистки	Сущность адсорбционно-пузырьковых процессов. Классификация поверхностно-активных веществ. Дифильность строения. Мицеллообразование. Коэффициент гидрофильности. Растворимость. Экспериментальное определение величины адсорбции. Предельная адсорбция. Скорость установления сорбционного равновесия. Избирательность адсорбции. Концентрационные области применения адсорбционно-

		<p>пузырьковых процессов. Особенности адсорбционных процессов. Кинетика адсорбционных процессов. Изотермы адсорбции. Природа адсорбционного взаимодействия. Пористые зернистые адсорбенты и их свойства. Природные неорганические адсорбенты. Искусственные неорганические адсорбенты. Природные органические адсорбенты. Искусственные органические адсорбенты.</p>
3	Мембранные процессы и технологии	<p>Основы методов обратного осмоса, нанофильтрации, ультрафильтрации и микрофильтрации.</p> <p>Схема возникновения прямого и обратного осмоса. Определение осмотического давления. Понятие идеальной и реальной полупроницаемой мембраны. Понятие нанофильтрация, ультрафильтрация и микрофильтрация. Отличие процессов мембранного фильтрования и простого механического фильтрования. Определение концентрационной поляризации и степени концентрирования.</p> <p>Влияние различных факторов на процессы баромембранного фильтрования</p> <p>Определение основных параметров и оптимальных условий процесса мембранного фильтрования. Влияние размеров, степени гидратации, валентности ионов металлов на селективные свойства полупроницаемых мембран. Оценка величины осмотического давления. Определение движущей силы процесса обратного осмоса. Отличие обратного осмоса от процессов нано- и ультрафильтрации. Размеры пор в мембранах обратного осмоса, нанофильтрации и ультрафильтрации. Рабочие давления и величины селективности по веществам неорганического и органического происхождения.</p> <p>Капиллярно-фильтрационный, электрохимический, диффузионный механизмы полупроницаемости мембран.</p> <p>Гидрофильные свойства полупроницаемых мембран и структура слоев связанной жидкости на поверхности мембраны. Соотношение толщины слоя связанной жидкости, эффективного диаметра пор и селективности мембраны. Влияние величины и знака поверхностного заряда мембраны на ее селективные свойства. Влияние концентрации и природы растворенных веществ на их диффузионные свойства.</p> <p>Классификация мембран и методов их получения. Структура и строение мембран. Требования, предъявляемые к мембранам.</p> <p>Роль активного слоя на селективные свойства ассиметричных мембран. Материалы, используемые для изготовления мембран и различных типов фильтрующих элементов.</p> <p>Устройство различных типов мембранных фильтрующих элементов и аппаратов на их основе. Области применения мембранных аппаратов.</p> <p>Аппараты фильтр-прессного, рулонного и трубчатого типов и в виде полого волокна. Использование аппаратов различных</p>

		конструкций для переработки жидких систем.
4	Процессы и технологии биохимической очистки воды	<p>Процессы очистки воды в искусственно созданных условиях. Биофильтры. Классификация биофильтров. Биофильтры с плоскостной и объемной загрузкой, их расчет и конструкции. Вентиляция капельных и высоконагружаемых биофильтров. Рециркуляция. Расчет биофильтров различных конструкций. Распределение сточных вод по биофильтрам.</p> <p>Аэротенки. Принцип работы и классификация аэротенков. Аэротенки на полную и неполную очистку. Аэротенки с отдельной регенерацией активного ила. Аэротенки с неравномерно рассредоточенной подачей воды, аэротенки-смесители, аэротенки-вытеснители. Аэротенки с длительной аэрацией. Методы расчета аэротенков.</p> <p>Пневматические и механические способы подачи воздуха в аэротенки. Элифтная и струйная подача воздуха.</p> <p>Интенсификация работы сооружений биологической очистки. Реконструкция биофильтров и аэротенков. Интенсификация и реконструкция сооружений биологической аэробной и анаэробной очистки станций малой производительности.</p>
5	Процессы и технологии обеззараживания воды	<p>Хлорирование. Озонирование. Ультрафиолетовое облучение. Характеристики процессов. Физико-химические закономерности процессов. Влияние различных факторов на эффективность процессов. Основные параметры и границы использования.</p>
6	Процессы и технологии обработки осадков	<p>Классификации осадков по различным признакам их генезиса</p> <p>Удельное количество осадков; химический и гранулометрический состав осадков; формы связи воды с частицами твердой фазы осадка; фильтрационные свойства осадков, теплофизические характеристик осадков</p> <p>Обезвоживание осадков методами сгущения (гравитационного, флотационного, центробежного, в сетчатых сгустителях); методами фильтрования в гравитационных условиях, под давлением и вакуумом; обезвоживание осадков в центробежном поле; сушка осадков; обеззараживание осадков, сжигание осадков</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.1. Практические занятия

не предусмотрено

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.3. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика контрольных работ

не предусмотрено

4.3.5. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Процессы и технологии механической очистки												
Процессы и технологии физико-химической очистки												
Мембранные процессы и технологии												
Процессы и технологии биохимической очистки воды												
Процессы и технологии обеззараживания воды												
Процессы и технологии обработки осадков												

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Царев Н. С. Технико-экономические расчеты для инвестиционных проектов в сфере водоснабжения и водоотведения : учебное пособие / Н. С. Царев, Ю. В. Аникин, К. В. Крутикова ; научный редактор В. И. Аксенов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. — 91 с. — ISBN 978-5-7996-1895-7.
2. Водоснабжение металлургических предприятий : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 550500 - Металлургия и специальностям металлургического профиля / В. И. Аксенов, В. В. Воронов, С. Э. Кляйн [и др.] ; под общ. ред. В. И. Аксенова ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : УрФУ, 2011. — 262 с. : ил. — Библиогр.: с. 260-261 (35 назв.). — ISBN 978-5-321-01923-8 – 3 экз
3. Водное хозяйство промышленных предприятий : справ. изд. Кн. 4 / В. И. Аксенов, С. Е. Щеклеин, В. Л. Подберезный [и др.] ; под ред. В. И. Аксенова. — Москва : Теплотехник, 2007. — 240 с. : ил. ; 24 см. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 5-98457-049-1. – 10 экз.
4. Применение флокулянтов в системах водного хозяйства : учебное пособие / В. И. Аксенов, Ю. В. Аникин, Ю. А. Галкин [и др.] ; науч. ред. В. И. Аксенов ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2008. — 92 с.
5. Никифоров, Александр Федорович. Теоретические основы сорбционных процессов очистки воды : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистров 270800.68 "Строительство" всех форм обучения / А. Ф. Никифоров, А. С. Кутергин, А. В. Воронина ; [науч. ред. А. Л. Смирнов] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, [Физ.-технол. ин-т]. — 2-е изд. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. — 100 с. : ил. — Библиогр.: с. 97-98 (21 назв.). — ISBN 978-5-7996-1135-2 – 2 экз.
6. Свиридов, Владислав Владимирович. Физико-химические основы процессов микрофлотации : [монография] / В. В. Свиридов, А. В. Спиридонов, А. Ф. Никифоров ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ ; Урал. гос. лесотехн. ун-т [и др.]. — Екатеринбург : УГЛТУ : УГТУ-УПИ, 2006. — 578 с. : ил. ; 21 см. — Библиогр.: с. 548-571 (377 назв.). — ISBN 5-321-00828-0. – 2 экз.
7. Назаров, Владимир Дмитриевич. Водное хозяйство промышленных предприятий : справ. изд. Кн. 5 / В. Д. Назаров, В. И. Аксенов, М. В. Назаров ; под ред. В. И. Аксенова. — Москва : Теплотехник, 2010. — 439 с. : ил. ; 24 см. — Кн. 6 см. на загл.: Водное хозяйство промышленных предприятий. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-598457-076-3. – 10 экз.
8. Водное хозяйство промышленных предприятий : справ. изд. Кн. 6. Флокулянты / В. И. Аксенов, Л. В. Гандурина, А. С. Керин [и др.] ; под ред. В. И. Аксенова. — Москва : Теплотехник, 2008. — 256 с. : ил. ; 24 см. — В кн. 5 авт.: Б. Д. Назаров, В. И. Аксенов, М. В. Назаров. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-98457-069-5. - 10 экз.

9. Водоснабжение металлургических предприятий : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 550500 - Металлургия и специальностям металлургического профиля / В. И. Аксенов, В. В. Воронов, С. Э. Кляйн [и др.] ; под общ. ред. В. И. Аксенова ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : УрФУ, 2011 .— 262 с. : ил. — Библиогр.: с. 260-261 (35 назв.). — ISBN 978-5-321-01923-8, - 3 экз.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Сидорова, Л. П. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И СТОЧНЫХ ВОД. Часть I / Сидорова Л.П. — ЭИ .— 2013 .— Методические указания к практическим работам по курсу «Безопасность жизнедеятельности», «Системы защиты гидро- и литосферы» для студентов всех форм обучения всех специальностей.
Приведены теоретические сведения по методам очистки промышленных, сточных и природных вод. Рассмотрены методические указания к одиннадцати практическим работам с различными вариантами.
 .— в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11787>
2. Свитцов, Алексей Александрович. Введение в мембранную технологию / А. А. Свитцов .— М. : ДеЛи принт, 2007 .— 207 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-94343-125-8. – 2 экз.
3. Первов, Алексей Германович. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация : [монография] / А. Г. Первов .— Москва : АСВ, 2009 .— 232 с. : ил. ; 25 см .— (Библиотека научных разработок и проектов МГСУ) .— Библиогр.: с. 224-227 (79 назв.). — ISBN 978-5-93093-691-9. – 1 экз.
4. Лотош, Валерий Ефимович. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош; Урал. гос. ун-т путей сообщения .— Екатеринбург : УрГУПС, 2002 .— 463 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 426-458. — 250.00. – 1 экз.
5. Водное хозяйство промышленных предприятий : справ. изд. : в 2 кн. Кн. 2 / В. И. Аксенов, Ю. А. Галкин, М. Г. Ладыгичев [и др.] / под ред. В. И. Аксенова .— М. : Теплотехник, 2005 .— 432 с. : ил. ; 24 см .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 5-98457-030-0 .— ISBN 5-98457-026-2. – 10 экз.
6. Водное хозяйство промышленных предприятий : справ. изд. Кн. 3 / В. И. Аксенов, Я. М. Щелоков, Ю. А. Галкин [и др.] ; под ред. В. И. Аксенова .— Москва : Теплотехник, 2007 .— 368 с. : ил. ; 24 см .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 5-9845704-4-0. – 2 экз.
7. Водное хозяйство промышленных предприятий : справ. изд. Кн. 4 / В. И. Аксенов, С. Е. Щеклеин, В. Л. Подберезный [и др.] ; под ред. В. И. Аксенова .— Москва : Теплотехник, 2007 .— 240 с. : ил. ; 24 см .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 5-98457-049-1. - 10 экз.
8. Аксенов, Валентин Иванович. Замкнутые системы водного хозяйства металлургических предприятий .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Металлургия, 1991 .— 127 с. : ил. – 7 экз.
9. Кожинов, Валериан Федорович. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчёты : учеб. пособие для студентов специальности "Водоснабжение и канализация" вузов / В. Ф. Кожинов .— 4-е изд., репринт. — Москва : БАСТЕТ, 2008 .— 304 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 300. — Допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 978-5-903178-09-4. – 5 экз.
10. Кульский, Леонид Адольфович. Технология очистки природных вод : Учебник для вузов .— 2-е изд., перераб. и доп. — Киев : Вища шк., 1986 .— 352с. — допущено в качестве учебника .— 1.40. – 30 экз.
11. Николадзе, Георгий Ильич. Технология очистки природных вод : Учебник для вузов .— М. : Высш. шк., 1987 .— 479с. — допущено в качестве учебника .— 1.40. – 4 экз.

12. Николадзе, Георгий Ильич. Водоснабжение : Учебник для техникумов .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Стройиздат, 1989 .— 496с. — допущено в качестве учебника .— ISBN 5-274-00550-0 : 1.10. — 11 экз.
13. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (с изменениями на 2 апреля 2018 года). Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ – Техэксперт - <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/>
14. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения: Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.1110-02: Взамен СанПиН 2.1.4.027-95: Утв. Гл. Санитар. врачом РФ 26.02.2002: Введ. в действие 14.03.02 постановлением Гл. гос. санитар. врача РФ от 14.03.02 г. № 10 с 01.06.02: (с изменениями на 25 сентября 2014 года). Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ – Техэксперт - <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/>
15. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 (с Изменениями N1,2) (уте. приказом Минрегиона России от 29.11.2011 N 635/4) СП (Свод правил) от 29.12.2011 N 31.13330.2012 Применяется с 01.01.2013 взамен СНиП 2.04.02-84*. Режим доступа: из корпоративной сети УрФУ – Техэксперт - <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/>
16. Яковлев, Сергей Васильевич. Водоотведение и очистка сточных вод : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Водоснабжение и водоотведение" / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов; Под общ. ред. Ю. В. Воронова .— 2-е изд., доп. и перераб. — М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2002 .— 704 с. : ил. ; 23 см .— Библиогр.: с. 699-703 (71 назв.). — ISBN 5-930931-19-4 : 270.00. — 5 экз.
17. Калицун, Виктор Иванович. Водоотводящие системы и сооружения : Учеб. для вузов по специальности "Водоснабжение и канализация" и "Рацион. использ. вод. ресурсов и обезвреживание пром. стоков" / В. И. Калицун .— М. : Стройиздат, 1987 .— 335 с. — допущено в качестве учебника .— 0.90. — 30 экз.
18. Ласков, Юрий Михайлович. Примеры расчетов канализационных сооружений : Учеб. пособие для вузов по спец "Водоснабжение и канализация" и "Рацион. использ. вод. ресурсов и обезвреживание пром. стоков" / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Стройиздат, 1987 .— 256 с. ; 21 см. — допущено в качестве учебного пособия .— 0.70. — 32 экз.
19. Справочник по очистке природных и сточных вод / Л.Л. Пааль и др. — М. : Высшая школа, 1994 .— 335 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 334. — Загл. обл.: Очистка природных и сточных вод. — ISBN 5-06-002410-5 (Б.ц.) — 37 экз..
20. Очистка сточных вод. Примеры расчетов : учебное пособие для вузов по специальности "Водоснабжение и канализация" / М. А. Лапицкая [и др.] .— Минск : Вышэйшая школа, 1983 .— 256 с. : ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 252-253 (31 назв.). — 19 экз.
21. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения : Справочник / Б.Н. Репин, С.С. Запорожец, В.Н. Ереснов и др. Под ред.Б.Н. Репина .— М. : Выш.шк., 1995 .— 431с. — без грифа .— ISBN 5-06-003291-4 : 35000. — 1 экз.
22. Монтаж систем внешнего водоснабжения и водоотведения / [А. К. Перешивкин, С. А. Никитин, В. П. Алимов и др.] ; под ред. А. К. Перешивкина, С. А. Никитина .— 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : ЦПП, 2008 .— 828 с. : ил. ; 21 см .— (Справочник строителя) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 827-828, библиогр. в тексте. — ISBN 5-88111-244-X. — 3 экз.
23. Новые технологии и оборудование в водоснабжении и водоотведении : сб. материалов. Вып. 5. Отечественное и зарубежное оборудование для водопроводно-канализационного хозяйства / [Рос. ассоц. водоснабжения и водоотведения [и др.] ; сост. Л. П. Алексеева, Л. А. Барсукова, В. Л. Драгинский [и др.] ; науч. ред. В. Л. Драгинский] .— Москва : ФГУП "ВИМИ", 2005 .— 308 с. : ил. ; 29 см. — 1 экз.

24. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / [А. С. Москвитин, Б. А. Москвитин, Г. М. Мирончик, Р. Г. Шапиро] ; под ред. А. С. Москвитина .— Москва : Стройиздат, 1979 .— 430 .— (Справочник монтажника) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 425. – 2 экз.
25. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды : В 2 ч. Ч. 1 / Л.А. Кульский, И.Т. Гороновский, А.М. Когановский, М.А. Шевченко; Отв. ред. А.Т. Пилипенко .— Киев : Наукова думка, 1980 .— 680 с. : ил. ; 22 см .— без грифа .— 2.80. – 5 экз.
26. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды : В 2 ч. Ч. 2 / Л.А. Кульский, И.Т. Гороновский, А.М. Когановский, М.А. Шевченко; Отв. ред. А.Т. Пилипенко .— Киев : Наукова думка, 1980 .— 1206 с. : ил. ; 22 см .— без грифа .— 2.20. – 5 экз.
27. Справочник проектировщика: Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий. / В.А. Клячко, С.Н. Аронов, В.И. Лазарев и др. ; Под ред. И.А. Назарова .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Стройиздат, 1977 .— 288 с. : ил. ; 26 см .— Загл. 1-ого изд.: Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. — 2.75. – 9 экз.

7.2. Методические разработки

1. Никифоров А.Ф., Первова И.Г., Липунов И.Н., Василенко Л.В. Теоретические основы физико-химических процессов очистки воды: учебное пособие. Екатеринбург: УГЛТУ. 2008. 170 с.
2. Е.В. Мигалатий и др. Мембраны и мембранные процессы, Учебное пособие в 2 ч., Тамбов, 2011, 106 с.
3. В.И.Аксенов и др. Промышленное водоснабжение. Учебное пособие. Екатеринбург, УрФУ, 2010, 221 с.
4. Водоотведение и очистка сточных вод Учебное пособие к выполнению курсового проекта по курсу “Очистка сточных вод”./ Ю.О. Григорьев, Н.А. Петрова. А.Ф. Никифоров, Е.В. Мигалатий - Екатеринбург: Изд. УМЦ УПИ, 2011г. - 79 с.
5. Никифоров А.Ф., Василенко Л.В., Лобухина Т.В. Методы очистки промышленных сточных вод. Из-во УЛГТУ, 2009; 10,3 п.л.
6. Шишмаков С.Ю., Мигалатий Е.В., Никифоров А.Ф. Водоснабжение и водоотведение населенных мест и промышленных предприятий. ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009; 1,0 п.л.
7. Никифоров А.Ф., Василенко Л.В., Лобухина Т.В. Межфазные переходы в адсорбционных процессах, УГТУ-УПИ, УГЛИУ, 2010; 7,8 п.л.
8. Баранова О.Ю., Дьяков В.Ф., Никифоров А.Ф. Инженерная защита водоемов от промышленных сточных вод. . Ур. институт ГПС МЧС России, 2010; 6,5 п.л.
9. Баранова О.Ю., Дьяков В.Ф., Никифоров А.Ф.Использование и охрана водных ресурсов. Ур. институт ГПС МЧС России, 2010; 10,1 п.л.
10. Никифоров А.Ф Баранова О.Ю., Дьяков В.Ф., Фазовые переходы в массообменных процессах. Ур. институт ГПС МЧС России, 2010; 8,0 п.л.
11. Аксенов В.И., Галкин Ю.А., Заслоновский В.Н., Ничкова И.И. Промышленное водоснабжение .Из-во УРФУ, 2010; 12,85 п.л. тираж 400 экз, гриф УМО (АСВ)
12. Водоотведение и очистка сточных вод. Григорьев Ю.О., Мигалатий Е.В., Никифоров А.Ф., Петрова Н.А.Из-во УРФУ, 2011; 5,32 п.л. тираж 50 экз., гриф УМО
13. Заслоновский В.Н., Аксенов В.И. Водное хозяйство (часть1).М.: Теплотехник – 2011; 9,5 п.л., тираж 500, гриф УМО.
14. Заслоновский В.Н., Аксенов В.И. Водное хозяйство . Гидрология. Гидравлика (часть2).М.: Теплотехник – 2011; 13,75 п.л., тираж 500 экз, гриф УМО.
15. Аксенов В.И., Мигалатий Е.В., Никифоров А.Ф. Промышленное водоснабжение. Очистка и повторное использование сточных вод. Из-во ИП Чеснокова, Тамбов -2011; 9,7 ,тираж 200 экз, гриф УМО. Из-во ИП Чеснокова, Тамбов -2011; 9,7 ,тираж 200 экз, гриф УМО.

16. Беляева Н.П., Браяловский Г.Б., Кротова М.В., Лазарев С.И., Насчетникова О.Б., Павлова В.Ф., Поворов А.А., Рябинский М.А., Шименкова Н.А. Промышленное применение мембранных процессов. Из-во ИП Чеснокова, Тамбов -2011; 4,74 ,тираж 200 экз., гриф УМО.
17. Боттино А., Каппанелли Г., Комите А., Джезовска А., Браяловский Г.Б., Мигалатий Е.В., Панов Ю.Т., Федотов Ю.А. Мембраны и мембранные процессы. Из-во ИП Чеснокова, Тамбов -2011; 8,55 п.л.,тираж 200 экз., гриф УМО.
18. В.И. Аксенов, Ю.В. Аникин. Обеззараживание воды. Издательство "Уральский университет", 2013; 7,2 п.л., тираж 100 экз.
19. В.Н. Заслановский, В.И. Аксенов. Водное хозяйство. Часть 3 Использование и охрана водных ресурсов. Отрасль водного хозяйства. Изд-во М., "Теплотехник", 2013. 13,38 п.л., тираж 500 экз.
20. В.Н. Заслановский, В.И. Аксенов. Водное хозяйство. Часть 4. Основы водохозяйственного проектирования. Проектирование ГТС. Изд-во М., "Теплотехник", 2013. 12,44 п.л., тираж 500 экз.
21. В.Н. Заслановский, В.И. Аксенов. Водное хозяйство. Часть 5. Проектирование водохозяйственных систем. Изд-во М., "Теплотехник", 2013. 12,63 п.л., тираж 500 экз.
22. В.Н. Заслановский, В.И. Аксенов. Водное хозяйство. Часть 6. Строительство и эксплуатация водохозяйственных систем. Воздействие работ на окружающую среду. Безопасность ГТС. Изд-во М., "Теплотехник", 2013. 7,69 п.л., тираж 500 экз.
23. В.Н. Заслановский, В.И. Аксенов. Водное хозяйство. Часть 7. Менеджмент в водном хозяйстве. Научно-информационное обеспечение в отрасли водного хозяйства. Изд-во М., "Теплотехник", 2013. 10,0 п.л., тираж 500 экз.
24. Ю.О. Григорьев, Е.В. Мигалатий, Н.А. Петрова, А.Ф. Никифоров. Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод. ООО "Издательство УМЦ УПИ", 2013. 6,0 п.л., тираж 50 экз.
25. А.Ф. Никифоров, А.П. Кутергин, А.В. Воронина. Теоретические основы сорбционных процессов очистки воды. ООО Издательство «Уральский университет», 2013. 4,48 п.л., тираж 50 экз.
26. А.Ф. Никифоров., А.В. Свиридов, В.В. Свиридов. Основы микрофлотации. Часть 1. Изд-во М., "Теплотехник", 2013. 17,1 п.л., тираж 50 экз.
27. А.Ф. Никифоров, А.В. Свиридов, В.В. Свиридов. Основы микрофлотации. Часть 2. Изд-во М., "Теплотехник", 2013. 10,5 п.л., тираж 50 экз.

7.3. Программное обеспечение

1. Электронные таблицы Microsoft Excel.
2. Браузер Internet Explorer
3. Графический редактор Compas 8-12
4. MathCad 2014
5. Statistica 6
6. Программный комплекс НДС-Эколог «Интеграл» ин. № 01-01-0662 С-Петербург 2011 год

7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Elsevier B.V. БД Reaxys Договор № 1-3839832505 от 20.02.2013;
2. ООО «Первое Независимое Рейтинговое Агентство» ИПС FIRAPRO Договор № 43-12/370-2013 от 23.05.2013;
3. EBSCO Industries, Inc БД Business Source Complete Договор № 624 от 02.07.2013;
4. EBSCO Industries, Inc БД EBSCO Discovery Service Договор № 625 от 02.07.2013;
5. Elsevier B.V. БД Freedom Collection Договор № 1-4412061361 от 26.04.2013;

6. НП «НЭИКОН», БДкомпании Thomson Reuters, Web of Science в составе: БД Citation Index Expanded, БД Social Sciences Index, БД Art&Humanities Citation Index, Journal Citation Reports, Conference Proceedings Citation Index Договор № 43-12/456-2013 от 12.07.2013;
7. ЗАО «КОНЭК», БДкомпании ProQuest, БДдиссертаций ProQuest Digital Dissertations and Theses;
8. БДebraryкомпании ProQuest, БД Emerald Journals 95, Emerald eBooks Series, Emerald Engineering Договор № 43-12/761-2013 от 12.09.2013;
9. EBSCO Industries, Inc, БДInspec, БД Applied Science & Tech Source (upgrade CASC) Договор № 43-12/762-2013 от 30.08.2013;
10. ООО «Научная электронная библиотека» Система SCIENCEINDEX Договор № 43-12/615-2013 от 01.08.2013;
11. ООО «Издательство Лань» ЭБС Лань Договор № 43-12/808-2013 от 13.09.2013;
12. ООО «Директ-Медиа», ЭБС «Университетская библиотека онлайн» Договор № 167-07/13 от 13.09.2013;
13. НП «НЭИКОН» ЭР EBSCO Publishing Договор № 43-12/1176-2013 от 02.12.2013;
14. НО БФ «Фонд содействия развитию УГТУ-УПИ» ООО Компания «Кодекс-Люкс» Договор № 68/1354 от 25.11.2013;
15. НП «НЭИКОН» БД QuestelORBIT Договор № 43-12/1099-2013 от 06.11.2013;
16. НП «НЭИКОН» AIP Nature Journals Договор № 43-12/1354-2013 от 16.12.2013;
17. НП «НЭИКОН», ACS, Cambridge University Press Договор № 43-12/1474-2013 от 15.11.2013
18. Elsevier B.V. БД Scopus Договор № 1-5608083155 от 11.11.2013;
19. НП «НЭИКОН», БД JSTOR, БД ACM Договор № 43-12/1585-2013 от 25.12.2013;
20. НП «НЭИКОН», БДОXFORDREFERENCEONLINE Договор № 43-12/1586-2013 от 26.12.2013;
21. ООО «НЭИКОН», ООО «Ивис», ООО «Твинком», ООО «Интегрум Медиа» Договор № 43-12/1226-2013 от 01.11.2013.

7.5. Электронные образовательные ресурсы

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Общие требования

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой проектором с видеотерминалом персонального компьютера на настенный экран.

Для проведения практических занятий и выполнения курсового проектирования необходимо наличие калькулятора и программного обеспечения.

Лабораторные работы должны выполняться в специализированной лаборатории, оснащённой современным оборудованием, приборами, реагентами. Число рабочих мест в лаборатории должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном столе и требования техники безопасности при выполнении работ.

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения занятий по дисциплине на кафедре Водного хозяйства и технологии воды имеется следующее оборудование:

- специализированная аудитория, оборудованная настенным экраном;
- проектор;
- переносной персональный компьютер (ноутбук);
- телевизор с видеомagneитофоном;

- специализированная лаборатория, оснащённая оборудованием для выполнения лабораторного практикума (весы аналитические, весы технические, дистилляционный аппарат, сушильный шкаф, вытяжной шкаф, термостат, иономер, рН-метр – милливольтметр, прибор для рассева фильтрующих материалов, центрифуга, лабораторная модель скорого фильтра, лабораторная модель вакуум-фильтра, нефелометр, фотоэлектроколориметр, портативный озонатор, компрессор, сорбционная колонка, водяная баня);

- специализированный кабинет, оборудованный современными персональными компьютерами, сканером, принтером и копировальным аппаратом.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий
не предусмотрено

8.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий
не предусмотрено

8.2.3. Примерные контрольные кейсы
не предусмотрено

8.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Флотация минеральных частиц (макрофлотация).
2. Флотация ионов и коллоидов (микрофлотация).
3. Сущность адсорбционно-пузырьковых процессов.
4. Классификация поверхностно-активных веществ.
5. Свойства водных растворов поверхностно-активных веществ. (дифильность строения, мицеллообразование, коэффициент гидрофильности, растворимость).
6. Адсорбция поверхностно-активных веществ на поверхности всплывающих пузырьков воздуха (экспериментальное определение величины адсорбции, предельная адсорбция, скорость установления сорбционного равновесия, избирательность адсорбции).
7. Концентрационные области применения адсорбционно-пузырьковых процессов.
8. Оценка эффективности адсорбционно-пузырьковых процессов.
9. Способы получения газовой дисперсии в воде.
10. Сепараторы для адсорбционно-пузырьковых процессов.
11. Принципы технологического расчета сепараторов.
12. Технологическая схема очистки сточных вод методом адсорбции с всплывающими пузырьками воздуха.
13. Равновесие ионного обмена.
14. Статика ионного обмена.
15. Динамика ионного обмена.
16. Ионообменная хроматография.
17. Оптимизация ионообменных процессов.
18. Избирательное ионообменное извлечение компонентов сточных вод.
19. Механизм и кинетика электродных процессов.
20. Состав природных, хозяйственно-бытовых, производственных и городских сточных вод.
21. Физико-химические характеристики взвешенных веществ
22. Классификация взвешенных веществ: минеральные, органические в том числе бактериально загрязненные.
23. Нерастворимые, коллоидные. Всплывающие и оседающие. Санитарно-технический анализ.
24. Биохимическая потребность в кислороде (БПК), химическая потребность в кислороде (ХПК) и другие показатели качества воды. Активная реакция- рН среды.
25. Определение содержания загрязнений.
26. лассификация процессов механической очистки воды. Процеживание, отстаивание – седиментация, сгущение – уплотнение осадков, фильтрование, центрифугирование.
27. Аппараты механической водоочистки
28. Решетки. Механизированные решетки. Комбинированные решетки-дробилки. Конструкции и расчет.

29. Назначение и технологическая роль сооружений механической очистки в процессах отстаивания.
30. Гидравлическая крупность взвешенных веществ.
31. Песколовки горизонтальные, вертикальные, тангенциальные, аэрируемые.
32. Методы расчета и конструкции.
33. Обработка и утилизация осадков песколовок. Песковые площадки конструкции, расчет. Песковые бункера, конструкция, расчет.
34. Процессы осветления сточных вод.
35. Совместное осаждения в стесненных условиях высокого содержания взвешенных веществ.
36. Выделение всплывающих веществ. Поведение нефтепродуктов.
37. Расчет гидравлической крупности взвешенных веществ.
38. Отстойники горизонтальные, вертикальные, радиальные, тонкослойные. Их назначение, конструкции и расчет. Техничко-экономические условия применения и оптимальный выбор.
39. Осветление воды в осветлителях со взвешенным осадком. Принцип работы осветлителей. Осветлители коридорного типа.
40. Осветлитель с поддонным осадкоуплотнителем.
41. Осветлитель с предварительным механическим перемешиванием осадка. Расчет осветлителей
42. Вторичные отстойники. Назначение, конструкция, расчет.
43. Нефтеловушки, конструкция. Системы удаления нефтепродуктов.
44. Радиальная нефтеловушка. Расчет нефтеловушек.
45. Реагентные и безреагентные методы интенсификации первичного осветления сточных вод. Модернизация конструкций первичных отстойников с целью повышения их технологической эффективности.
46. Гидроциклоны. Открытые гидроциклоны без внутренних устройств, с диафрагмой, цилиндрической перегородкой, многоярусные. Напорные гидроциклоны.
47. Материалы фильтрующей загрузки фильтров.
48. Процессы очистки воды от нерастворенных и растворенных веществ на материале фильтрующей загрузки.
49. Классификация зернистых фильтров. Устройство и процесс работы скорого фильтра.
50. Дренажные системы и промывка скорых фильтров.
51. Определение понятия полупроницаемая мембрана.
52. Сущность методов обратного осмоса, нанофильтрации и ультрафильтрации.
53. Понятие концентрационной поляризации в мембранных процессах и ее влияние на технологические характеристики процесса разделения.
54. Влияние рабочего давления, концентрации растворенных веществ, величины рН, температуры, степени конверсии на селективность и проницаемость мембран.
55. Определение понятий селективности мембраны, удельной производительности и степени конверсии.
56. Типы полупроницаемых мембран, фильтрующих элементов и аппаратов.
57. Механизмы процессов полупроницаемости: диффузионный, капиллярно-фильтрационный, зарядовый.
58. Понятие осмотического давления растворов и его влияние на движущую силу процесса обратного осмоса.
59. Области применения обратного осмоса, нанофильтрации и ультрафильтрации.

60. Подготовка подземных вод с помощью мембранно-сорбционных методов для водоснабжения поселков.
61. Доочистка стоков станций нейтрализации от ионов тяжелых металлов.
62. Принципы технологического расчета мембранных установок.
63. Использование мембранно-сорбционных методов для водоснабжения жилых домов.
64. Подготовка воды для нужд гальванических производств.
65. Извлечение ионов тяжелых металлов из вод ванн улавливания с целью повторного использования металла и воды в производстве.

8.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена
не предусмотрено