

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Анализ и синтез систем водообеспечения химических производств

направление подготовки (специальность):

18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность программы (профиль, специализация):

Рациональное использование водных ресурсов в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

**Институт: Строительного материаловедения и техносферной
безопасности**

Кафедра: Промышленной экологии

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20.11.2014 г., № 1480.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): к.х.н., доц.  (М.М. Латыпова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Промышленной экологии»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

« 23 » марта 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«Промышленной экологии»

« 23 » марта 2015 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСМиТБ

« 15 » апреля 2015 г., протокол № 8

Председатель, к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-3	Способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные принципы эксплуатации экономических систем водообеспечения; Уметь: применять современные методы при эксплуатации оборудования по водообеспечению и водоотведению; Владеть: традиционными и современными методами водоподготовки и водоочистки.
Профессиональные			
1	ПК-9	Способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: методы очистки сточных вод и структуры построения оптимальных технологических схем водообеспечения Уметь: моделировать процессы энерго- и ресурсосбережения в системах водообеспечения химических производств. Владеть: методами анализа эффективности технологических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Защита окружающей среды и экологическая безопасность на предприятиях
2	Информационные технологии

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Современные биохимические методы очистки сточных вод
2	Эколого-экономическая эффективность водопользования на предприятии
3	Замкнутые системы водного хозяйства

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	57	57
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	36 (экзамен)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Водообеспечение химических предприятий					
1.1	Анализ существующих систем водообеспечения и водоочистки в химических производствах	2	6		8
1.2	Основные принципы создания оборотных систем водоснабжения	2	8		10
2. Очистка сточных вод и пути ее реализации					
2.1	Интенсификация работы очистных сооружений	4	4		8
2.2	Анализ конструктивного оформления элементов очистных сооружений и методов их расчета	4	4		8
3. Математическое моделирование процессов очистки сточных вод					
3.1	Разработка математических моделей оптимальных схем очистки сточных вод	5	12		23
	ВСЕГО	17	34		57

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1	Анализ существующих систем водообеспечения и водоочистки в химических производствах	1.1. Требования к качеству воды, используемой в технологических процессах и обратном водоснабжении. 1.2. Технологические схемы очистки сточных вод	2 4	2 4
2	Основные принципы создания оборотных систем водоснабжения	2.1. Условия выбора схем водообеспечения. 2.2. Корректировка минерального состава очищенных сточных вод. Охлаждение оборотной воды.	2 6	2 6
3	Интенсификация работы очистных сооружений	3.1 Методы интенсификации работы очистных сооружений	4	6
4	Анализ конструктивного оформления элементов очистных сооружений и методов их расчета	4.1. Расчет элементов очистных сооружений	4	6
5	Разработка математических моделей оптимальных схем очистки сточных вод	5.1. Математические модели оптимальных схем очистки сточных вод	12	20
ВСЕГО:			34	46

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Анализ существующих систем водообеспечения и водоочистки в химических производствах	1. Вода и ее роль в развитии современной промышленности и энергетики. 2. Потребление воды в различных отраслях народного хозяйства. 3. Рациональное научно обоснованное комплексное использование водных ресурсов. 4. Охрана водных источников от загрязнения. 5. Решения правительства, положения Конституции РФ по вопросам комплексного использования водных ресурсов, развития водоснабжения, охраны окружающей среды. 6. Современные системы водоснабжения промышленных предприятий и электрических станций, основные пути их развития. 7. Потребители воды на промышленных площадках. Наличие различных категорий потребителей на промпредприятиях. 8. Нормы и режимы расходования воды на производственные нужды. 9. Требования к качеству воды. 10. Порядок взаимоотношений с городскими водопроводами, графики водопотребления, лимиты на воду регулирование качества воды и необходимых свободных напоров для отдельных водопотребителей в промзоне. 11. Виды систем технического водоснабжения. 12. Системы, обратного, прямоточного, последовательного, и обратно-последовательного использования воды. 13. Замкнутые системы водного, хозяйства. 14. Принципы составления водного баланса систем водоснабжения по количеству, качеству, термостабильности, коррозионности, биогенности оборотных вод.
2	Основные принципы создания оборотных систем водоснабжения	1. Классификация оборотных вод по степени нагрева при их использовании в промышленности. 2. Процессы теплообмена в испарительных охладителях. 3. Параметры, характеризующие работу охладителей. 4. Классификация способов охлаждения: водяное охлаждение, охлаждение горячей водой, испарительное охлаждение. 5. Водохранилища -охладители. Принцип их работы, схемы циркуляции воды, тепловой расчет. 6. Брызгальные бассейны. Устройство и принцип их работы. Разбрызгивающие сопла и трубопроводы брызгальных бассейнов. 7. Тепловой и гидравлический расчеты брызгальных бассейнов, их эксплуатация. 8. Градири. Конструкции открытых, башенных, вентиляторных и радиаторных градирен. Водораспределительные, оросительные и другие устройства градирен. 9. Тепловой и аэродинамический расчеты градирен. Выбор места расположения градирен на промплощадке. Эксплуатация градирен. 10. Водный баланс охладителей. Потери воды в охладителях. 11. Восполнение потерь воды. Выбор типа охладителей. Применение различных видов охладителей.

3	Интенсификация работы очистных сооружений	1. Отраслевые стандарты для отдельных отраслей промышленности по солесодержанию. 2. Методы обессоливания и опреснения воды. 3. Обессоливание воды дистилляцией, конструкции дистилляционных установок. 4. Обессоливание воды электродиализом, подготовка воды. Сущность процесса, схемы аппаратов и установок, их проектирование и расчет. 5. Борьба с отложением солей на поверхности мембран. 6. Обессоливание воды обратным осмосом. Сущность процесса, область применения, аппаратное оформление, расчет. 7. Комбинированные методы обессоливания воды. 8. Электродиализ в сочетании с обратным осмосом и ионным обменом. 9. Техно-экономическая оценка методов обессоливания воды. Проектирование и расчет установок обессоливания и опреснения воды.
4	Анализ конструктивного оформления элементов очистных сооружений и методов их расчета	1. Проектирование водоочистных комплексов промышленного водоснабжения. 2. Типизация и стандартизация водоочистных сооружений. 3. Типовые проекты установок водоподготовки их увязка. 4. Использование ЭВМ при проектировании и расчете сооружений водоподготовки. 5. Основные мероприятия по технике безопасности, предусматриваемые при проектировании водоочистных комплексов промышленного водоснабжения.
5	Разработка математических моделей оптимальных схем очистки сточных вод	1. Алгоритм выбора метода очистки по системе классификации сточных вод. 2. Критерии оценки выбора оптимальной схемы очистки. 3. Многоуровневый метод синтеза оптимальных схем биологической очистки сточных вод 4. Анализ подходов при решении задач синтеза. 5. Подходы к решению задачи оптимизации. 6. Разработка метода синтеза. 7. Выбор поисковых переменных. 8. Полуаналитический метод расчета градиента критерия по писквым переменным. 9. Построение многоуровневых методов. 10. Анализ оптимальной схемы на структурную устойчивость.

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

Не предусмотрены.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Не предусмотрены.

5.4. Перечень контрольных работ

Не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Корзун Н.Л. Современные методы исследования очистки сточных вод [Электронный ресурс] : учебное пособие для лекционных и лабораторных занятий магистрантов специальности 270800 «Строительство», магистерской программы «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков (ВВм) / Н.Л. Корзун, И.Б. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 166 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20415.html>
2. Корзун Н.Л. Перспективы модернизации водоотводящих сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие для практических занятий магистрантов «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВм) / Н.Л. Корзун. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 211 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20410.html>
3. Преображенская Т.Н. Физические методы интенсификации химических процессов [Электронный ресурс] / Т.Н. Преображенская, Х.Э. Харлампиди, Д.Х. Сафин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 173 с. — 978-5-7882-1004-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62333.html>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Гогина Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод [Электронный ресурс]: монография / Е.С. Гогина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. — 120 с. — 978-5-7264-0493-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16325.html>
2. Сорбционная очистка сточных вод от СПАВ отходом производства сахарной промышленности - сатурационным осадком [Электронный ресурс] : монография / Ж.А. Сапронова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 114 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66679.html>
3. Корзун Н.Л. Биотехнологии очистки сточных вод городов и предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие для лекционных и практических занятий магистрантов «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВм) / Н.Л. Корзун. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 187 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20405.html>

Периодические издания

- 1.Реферативные журналы:
- 2.Экология,
- 3.Коллоидная химия
- 4.Научные журналы:
- 5.Экология и промышленность России;
- 6.Экологические системы и приборы;
- 7.Химия и жизнь;
- 8.Экология и жизнь

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Электронная библиотечная система «Научно-электронная библио-тека eLIBRARY.RU». <http://elibrary.ru>.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» . <http://e.lanbook.com>.
3. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки. <http://www.diss.rsl.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Библиотех». <http://www.bibliotech.ru/>.
5. Справочно-поисковая система «Консультант – плюс» www.consultant.ru/.
6. Информационно-справочная система «Норма CS». <http://normacs.ru>
7. Сборник нормативных документов по строительству, действующих на территории Российской Федерации «СтройКонсультант. Адрес сайта: <http://www.skonline.ru/> .
8. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова (на базе ЭБС «БиблиоТех»):. <http://ntb.bstu.ru>
9. Система поиска природно-ресурсной информации - <http://list.priroda.ru>
10. Открытая справочно-информационная служба «Ecoline» - <http://www.ecoline.ru>
11. «Зелёный шлюз» - путеводитель по экологическим информационным ресурсам - <http://zelenyshluz.narod.ru/>
12. European Environment Agency (EEA) - <http://www.eea.europa.eu/>
13. The Global Environmental Information Exchange Network - <http://www.unep.org/infoterra/> - Актуальным разделам экологии - книги, статьи, учебники, методические материалы - <http://www.ecoline.ru/>
14. Библиотека учебников по экологии - <http://window.edu.ru/window/library>
15. Всероссийский экологический портал - <http://ecoportal.ru/>
16. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://schoolcollection.edu.ru/catalog/>
17. Международный портал по экологии и окружающей среде- <http://www.greenwaves.com/russian/indexrus.html>
18. Микроорганизмы - <http://microorganizmy.naukadv.ru/>
19. Национальный портал «Природа России» - <http://www.priroda.ru/>
20. Природа и экология - <http://www.priroda.su/>
21. Российские зеленые страницы - <http://rgp.agava.ru/>
22. Официальный сайт журнала «Экология производства» <http://www.ecoindustry.ru>
23. Google Scholar [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://scholar.google.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система, разработанная специально для студентов, ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайн-овых академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).
24. РИБК [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.ribk.net>, свободный. – Загл. с экрана. (портал "Российского информационно-библиотечного консорциума" предоставляет возможность расширенного поиска библиографических данных и полнотекстовых ресурсов в электронных каталогах пяти крупнейших библиотек России: Всероссийской государственной библиотеке иностранной литературы им. М.И. Рудомино, Научной библиотеке МГУ им. Ломоносова, Парламентской библиотеке, Российской государственной библиотеке, Российской национальной библиотеке).
25. SCIRUS [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.scirus.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система, нацеленная на поиск исключительно научной информации, позволяет находить информацию в научных журналах, персональных страницах ученых, университетов и исследовательских центров. Доступ к полным текстам статей из журналов возможен только для подписчиков).
26. ScienceResearch.com [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.scienceresearch.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система

предоставляет возможность одновременного поиска в научных журналах крупнейших издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor and Francis и др. А также в открытых базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News. Поиск в журналах возможен по 12 отдельным предметным рубрикам. Полные тексты статей из журналов доступны только для подписчиков).

27. NIST Chemistry WebBook [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://webbook.nist.gov/chemistry/>, свободный. – Загл. с экрана. (справочная книга Института Стандартов и Технологии США содержит термохимические, спектральные данные, потенциалы ионизации, сродство к электрону и пр. для свыше 10000 органических и неорганических соединений).

28. Swetsnet Navigator [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.swetswise.com/public/login.do>, свободный. – Загл. с экрана. (база данных иностранных журналов по физике, химии, географии, истории, языкознанию, философии, религии, науковедению, социальным и другим наукам, полнотекстовый доступ возможен к более чем 2 500 журналов.).

29. WORLD SCIENTIFIC Publ [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.worldscinet.com>, свободный. – Загл с экрана. (коллекции журналов по нескольким тематикам, в том числе по химии).

30. SCIENCE [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.sciencemag.org>, свободный. – Загл. с экрана.

31. Bulletin of the Chemical Society of Japan [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.csj.jp/journals/bcsj/index.html>, свободный. – Загл. с экрана. • Central European Journal of Chemistry [Электронный ресурс].- Режим доступа: [http://www.springerlink.com/content/1644-](http://www.springerlink.com/content/1644-3624/)

3624/, свободный. – Загл. с экрана.

32. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) // <http://www.fips>.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специализированная учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий: переносной мультимедийный комплекс. Комплект электронных презентаций по темам лекций и практических занятий:

1. Анализ существующих систем водообеспечения и водоочистки в химических производствах
2. Основные принципы создания оборотных систем водоснабжения
3. Интенсификация работы очистных сооружений
4. Анализ конструктивного оформления элементов очистных сооружений и методов их расчета
5. Разработка математических моделей оптимальных схем очистки сточных вод

Компьютерные классы БГТУ им. В.Г. Шухова с подключением к сети «Интернет» для самостоятельной работы. Основное программное обеспечение, используемое в процессе освоения дисциплины, включает такие программные продукты, как MS Windows, MS Office, GoogleChrome, MozillaFirefox, Kaspersky Endpoint Securit, «Консультант–плюс», «NormaCS», «СтройКонсультант»

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины.

1. Расчет необходимой степени очистки сточных вод

Степень необходимой очистки сточных вод Θ , %

$$\Theta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где C_1 – концентрация данного вида загрязнений в сточной воде до очистки, г/м³; C_2 – то же после очистки, г/м³.

Концентрацию загрязнений в сточных водах до очистки C_1 или рассчитывают по данным технологов производства, или определяют экспериментально. При выполнении курсовой работы значения C_1 задаются согласно варианту.

Концентрация загрязнений после очистки C_2 диктуется требованиями, которые предъявляет технологический процесс к качеству воды. Ее значения принимаются по данным технологов производства. При выполнении курсовой работы значения C_2 задаются исходя самого жесткого норматива.

При выполнении курсовой работы расчет степени очистки необходимо выполнить по взвешенным веществам и полной биохимической потребности в кислороде (БПК₂₀). Применительно к сказанному формула (1) принимает следующий вид:

а) при расчете по взвешенным веществам

$$\Theta = \frac{b_a - b_t}{b_a} \cdot 100, \quad (2)$$

б) при расчете по БПК₂₀

$$\Theta = \frac{L_a - L_t}{L_a} \cdot 100, \quad (3)$$

где b_a и b_t – концентрация взвешенных веществ в сточной воде до и после очистки; L_a и L_t – БПК₂₀ сточной воды до и после очистки.

Значения b_a , b_t , L_a и L_t задаются исходя из варианта.

2. Составление принципиальной схемы очистки сточных вод

Принципиальная схема очистки сточных вод составляется с учетом необходимой степени очистки. Разрабатывая схему очистки, необходимо иметь в виду следующее:

а) сначала из воды выделяют нерастворенные примеси, применяя механическую очистку;

б) затем из воды выделяют растворенные примеси и те нерастворенные, которые остались в воде после механической очистки, применяя биохимическую, химическую или физико-химическую очистку.

В курсовой работе необходимо применять механическую, физико-химическую и/или биохимическую очистку.

В сооружениях для механической очистки сначала выделяются наиболее крупные и тяжелые примеси. Для этого предназначены решетки и песколовки. Затем выделяется основная масса загрязнений минерального и органического происхождения, для чего предназначены отстойники. При механической очистке из сточных вод можно выделить до 60% находящихся в них взвешенных веществ. При необходимости выделения большего количества взвешенных веществ нужно применять специальные мероприятия (коагуляцию, предварительную аэрацию). Концентрация взвешенных веществ после механической очистки не должна превышать 150 мг/л. После механической очистки применяют биохимическую и/или физико-химическую очистку сточных вод.

Биохимическая очистка сточных вод предназначена для выделения из них органических веществ, находящихся в растворенном и коллоидном состоянии, а также той части нерастворенных веществ, которые не выделены в процессе механической очистки. Биохимическая очистка считается полной при БПК₂₀ очищенной воды менее 15 мг/л, и неполной при $L_t > 15$ мг/л. При полной очистке концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водах не должна превышать 15 мг/л. При необходимости достижения меньших значений концентраций взвешенных веществ и БПК₂₀ нужно применить доочистку сточных вод. Последней стадией очистки сточных вод является их обеззараживание.

Кроме сооружений для очистки сточных вод в состав очистной станции входят: сооружения для обработки осадков, хлораторная, воздуходувная станция, реагентное хозяйство и насосные станции для перекачки сточных вод и осадков.

3. Технологический расчет сооружений для очистки сточных вод

3.1. Сооружения механической очистки

3.1.1. Приемная камера

Она служит для приема сточных вод, гашения напора и распределения воды по сооружениям. Приемная

камера обычно выполняется из сборных железобетонных элементов. При расходе сточных вод до 30 тыс. м³ в сут. камера выполняется в виде колодца из цилиндрических железобетонных элементов диаметром до двух метров, при большем расходе – в виде прямоугольного колодца размером 3×3 м и более.

3.1.2. Решетки

Расчет решеток сводится к выбору типоразмера и числа решеток. Необходимая площадь живого сечения рабочих решеток $F_{\text{сум}}, \text{м}^2$

$$F_{\text{сум}} = \frac{q}{V_p}, \quad (4)$$

где q – расход сточных вод, м³/с; V_p – скорость движения воды в прозорах решетки, м/с; рекомендуется принимать $V_p = 0,6–0,9$ м/с.

Задавшись типом решетки и приняв площадь живого сечения одной решетки F_1 [1, 4, 5], рассчитывают число рабочих решеток

$$n_{\Pi} = \frac{F_{\text{сум}}}{F_1}. \quad (5)$$

Сверх общего числа рабочих решеток всегда назначают одну резервную. Решетки располагают в одном здании, которое называют зданием решеток. В этом же здании располагают дробилки для измельчения задержанных на решетках веществ, а также насосы для подачи воды на гидроэлеваторы песколовок.

3.1.3. Песколовки

При расходе сточных вод до 70 тыс. м³ в сут. следует применить горизонтальные песколовки с круговым движением воды. Согласно типовому проекту 902-2-27 эти песколовки разбиты на восемь типов. Основные показатели компоновки из двух песколовок с круговым движением воды приведены в [1, 4, 7].

При расходе сточных вод более 70 тыс. м³ в сут. следует применить горизонтальные песколовки с прямолинейным движением воды. При соответствующем обосновании их можно применять при любом расходе сточных вод.

Расчет песколовки заключается в определении длины, ширины и глубины их рабочей части, а также в определении объема их осадочной части. Глубина рабочей части песколовки $H_{\Pi}, \text{м}$

$$H_{\Pi} = u_0 \cdot t_{\Pi}, \quad (6)$$

где u_0 – гидравлическая крупность частиц, на задержание которых предназначена песколовка; t_{Π} – продолжительность протекания воды через песколовку, $t_{\Pi} = 30–50$ с.

Гидравлическая крупность имеет значения 24,2 и 18,7 мм/с для песка диаметром 0,25 и 0,2 мм соответственно.

Обычно глубина воды в песколовке равна 0,25–1,0 м.

Длина песколовки $L_{\Pi}, \text{м}$

$$L_{\Pi} = \frac{1000 \cdot K_{\Pi} \cdot H_{\Pi} \cdot V_p}{u_0}, \quad (7)$$

где V_p – горизонтальная скорость движения воды в песколовке, принимаемая в пределах 0,15–0,30 м/с;

K_{Π} – коэффициент, имеющий следующие значения:

при $u_0 = 24,2$ мм/с $K_{\Pi} = 1,3$;

при $u_0 = 18,7$ мм/с $K_{\Pi} = 1,7$.

Ширина всех отделений песколовки B_{Π} ,

$$B_{\Pi} = \frac{q}{V_{\Pi} \cdot H_{\Pi}}, \quad (8)$$

где q – максимальный расход сточных вод, м/с.

Ширина одного отделения песколовки $b_{\Pi}, \text{м}$

$$b_{\Pi} = \frac{B_{\Pi}}{n_{\Pi}}, \quad (9)$$

где n_{Π} – число отделений (не менее двух). Обычно $b_{\Pi} = 2 H_{\Pi}$.

3.1.4. Первичные отстойники

Зная расход сточных вод, принимают тип отстойника. Выполняя курсовую работу, следует придерживаться следующих рекомендаций: при расходе сточных вод до 10 тыс. м³ в сут. принять вертикальные отстойники, при расходе воды 10 тыс. – 50 тыс. м³ в сут. – горизонтальные отстойники, при

большем расходе сточных вод – радиальные отстойники.

Затем рассчитывают необходимый эффект осветления сточной воды в отстойниках $\mathcal{E}_{от}$, %

$$\mathcal{E}_{от} = \frac{b_a - b_{от}}{b_a} \cdot 100, \quad (10)$$

где $b_{от}$ – концентрация взвешенных веществ в сточной воде после отстойников, которая принимается с таким расчетом, чтобы эффект осветления составлял: для вертикальных отстойников 40–50%, для горизонтальных и радиальных отстойников 50–60%. Во всех случаях $b_{от}$ не может превышать 150 мг/л.

Основной исходный параметр при технологическом расчете отстойников всех типов – гидравлическая крупность (скорость осаждения) взвешенных частиц, для выделения которых предназначен отстойник. Гидравлическая крупность u_0 , мм/с

$$u_0 = \frac{1000 \cdot k \cdot H}{\alpha \cdot t \cdot \left(\frac{k \cdot H}{h} \right)^n} - \omega, \quad (11)$$

где k – коэффициент, зависящий от типа отстойника; H – глубина проточной части отстойников, м; h – высота эталонного цилиндра, м; α – коэффициент, учитывающий влияние температуры воды на ее вязкость; t – продолжительность отстаивания в эталонном цилиндре, соответствующая требуемому эффекту осветления, которая определяется экспериментально, с; n – коэффициент, зависящий от свойств взвешенных веществ и определяемый экспериментально; ω – вертикальная составляющая скорости движения воды в отстойнике, мм/с.

При выполнении курсовой работы значения величин, входящих в формулу (11), можно принять следующими.

Коэффициент k равен: для вертикальных отстойников 0,35; для горизонтальных – 0,5; для радиальных – 0,45.

Глубину H принимают: для вертикальных отстойников 4,1 м; для горизонтальных и радиальных – 3,1 м. Высоту эталонного цилиндра следует принять равной 0,5 м.

Коэффициент α принимает значения 0,66–1,5 при изменении температуры сточной воды 40–5°C. При температуре сточной воды 20°C $\alpha=1,0$ [1, 3, 5].

Коэффициент n имеет следующие значения: для коагулирующихся взвешенных веществ 0,25; для мелкодисперсных минеральных – 0,4; для структурных тяжелых – 0,6.

Для эталонного цилиндра высотой 0,5 продолжительность отстаивания в нем в зависимости от эффекта осветления, свойств взвешенных веществ и начальной концентрации их принимают по таблице [1, 3]. Для коагулирующихся взвешенных веществ время t можно рассчитать по формуле

$$t = \frac{0.147 \cdot \mathcal{E}_{от}}{1 - \left(1 + \frac{22400}{b_a^2} \right) \cdot \mathcal{E}_{от}}, \quad (12)$$

где b_a и $\mathcal{E}_{от}$ см. формулы (2) и (10).

Величина ω имеет значения 0–0,5 мм/с при изменении скорости движения воды в отстойнике 5–20 мм/с [1, 3, 5].

Радиус вертикальных и радиальных отстойников R , м

$$t = \sqrt{\frac{Q}{3.6 \cdot \pi \cdot k \cdot u_0 \cdot n_{от}}}, \quad (13)$$

где Q – расход сточных вод, м³/ч; k , u_0 – см. формулу (11); $n_{от}$ – количество отстойников, которое из удобства компоновки принимают равным 2, 4 или 8.

По радиусу принимают типовые отстойники. Вертикальные типовые отстойники имеют диаметр 4, 6 и 9 м, а радиальные – 16, 24, 30 и 40 м. Основные параметры типовых отстойников приведены в [1, 4, 5, 6].

Длина горизонтальных отстойников L_r , м

$$L_r = \frac{V \cdot H}{k \cdot u_0}, \quad (14)$$

где H , k , u_0 – см. формулу (11); V – расчетная скорость движения воды в проточной части отстойника, мм/с, принимается равной 5–10 мм/с.

По L_r следует принять отстойник из нескольких типовых отделений, имеющих размеры: длину 24 и 30 м, ширину 6 и 9 м, глубину 3.1 м. Параметры таких отстойников приведены в [1]. Число отделений должно быть не менее двух.

После расчета сооружений механической очистки необходимо рассчитать соотношение ХПК/БПК,

если оно будет больше либо равно 1, то необходимо применять только сооружения физико-химической

очистки. Если соотношение меньше единицы, то проектируются сооружения биологической очистки.

3.2. Сооружения биохимической очистки

Из всех сооружений для биохимической очистки сточных вод при выполнении курсовой работы применить аэротенки-вытеснители коридорного типа.

3.2.1. Расчет аэротенков

Расчет аэротенков рекомендуется начать с определения продолжительности аэрации t_a , ч

$$t_a = \frac{L_a - L_t}{a \cdot (1 - S_u) \cdot \rho}, \quad (15)$$

где a – доза активного ила, г/л, принимаемая для аэротенков без регенераторов 1,2–3,0 г/л; S_u – зольность ила, равная 0,1–0,3 (по заданию преподавателя); ρ – средняя скорость окисления загрязнений, мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества или за 1 ч, мг/г. ч.

Значения a и ρ следует принять из таблиц [1, 3]. Продолжительность аэрации не должна быть менее 2 ч.

Объем аэротенка V_a , м³

$$V_a = Q \cdot t_a, \quad (16)$$

где Q – расход сточных вод, м³/ч.

По рассчитанному объему подбирают типовой аэротенк с шириной коридора 4,5, 6,0 или 9,0 м и глубиной 3,2, 4,4 или 5 м. При подборе необходимо руководствоваться следующими рекомендациями. Каждый аэротенк должен состоять из нескольких одинаковых параллельно работающих секций (минимальное число секций – две). Каждая секция состоит из коридоров одинаковой глубины и ширины, которые вода проходит последовательно. Число коридоров в секции 1–4. Длина коридоров 36–114 м с шагом 6 м. Основные параметры типовых аэротенков-вытеснителей приведены в [1, 4, 5].

При проектировании аэротенков кроме размеров рассчитывают прирост ила, количество циркулирующего и избыточного ила, а также расход воздуха.

Прирост ила по сухому веществу Π_p , мг/л

$$\Pi_p = 0.8 \cdot b_{om} + 0.3 \cdot L_a, \quad (17)$$

Количество циркулирующего активного ила Q_u , м³/ч

$$Q_u = \frac{a - 0.001 \cdot \Pi_p}{a_2 - a} \cdot Q, \quad (18)$$

где a – см. формулу (15); a_2 – концентрация ила из вторичных отстойников, г/л; Q – расход сточных вод, м³/ч.

При влажности активного ила 99.2% $a_2 = 8$ г/л.

Количество избыточного активного ила $Q_{из}$, м³/ч, при его влажности 99.2% равно

$$Q_{из} = \frac{\Pi_p \cdot Q}{8000}, \quad (19)$$

Расход воздуха Q_a , м³/ч

$$Q_a = D_{уд} \cdot Q, \quad (20)$$

где $D_{уд}$ – удельный расход воздуха в м³ на 1 м³ сточной воды, м³/м³, который рассчитывается по формуле

$$D_{уд} = \frac{L_a - L_t}{k_1 \cdot k_2 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot (c_p - c)}, \quad (21)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий тип аэратора, принимаемый равным 1,34–2,3; k_2 – коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов, принимаемый для типовых коридорных аэротенков равным 2,08–2,92; n_1 – коэффициент, учитывающий температуру воды; при температуре 20°C $n_1 = 1,0$; n_2 – коэффициент, зависящий от свойств сточной воды, принимаемый равным 0,7–0,85; c – концентрация кислорода в аэротенке, принимаемая равной 2 мг/л; c_p – растворимость кислорода воздуха в воде аэротенка, мг/л

$$c_p = c_m \cdot \frac{10.3 + \frac{h_a}{2}}{10.3}, \quad (22)$$

где h_a – глубина погружения аэратора, м; c_m – растворимость кислорода воздуха в воде в зависимости от температуры и давления, мг/л. При температуре 20°C и атмосферном давлении $c_m = 6.5$ мг/л.

3.2.2. Вторичные отстойники

Тип вторичного отстойника следует принять в зависимости от расхода сточных вод. При расходе воды

до 10 тыс. м³ в сут. принимают вертикальные отстойники, а при большем расходе – радиальные. Устанавливать горизонтальные отстойники после аэротенков не рекомендуется.

Вторичные отстойники рассчитывают по времени отстаивания, которое принимают после аэротенков на полную очистку – 2 ч, на неполную очистку – 1.5 ч.

Объем всех отстойников $V_{от}, м^3$

$$V_{от} = Q \cdot t_{от}, \quad (23)$$

где $t_{от}$ – принятая продолжительность отстаивания, ч.

По объему принимают типовые отстойники, при этом число их может быть 2, 4 или 8. Затем проверяют принятые отстойники на скорость движения воды в них $V_{от}, мм/с$,

для вертикальных отстойников

$$V_{от} = \frac{4 \cdot Q}{3.6 \cdot \pi \cdot n_{от} \cdot k \cdot D^2}, \quad (24)$$

для радиальных отстойников

$$V_{от} = \frac{2 \cdot Q}{3.6 \cdot \pi \cdot n_{от} \cdot k \cdot H \cdot D}, \quad (25)$$

где $n_{от}$ – число отстойников; D – диаметр отстойника, м; H – глубина рабочей части радиального отстойника, м; k – коэффициент, равный 0,35 для вертикальных отстойников и 0,45 – для радиальных.

Рассчитанная скорость не должна превышать 0,5 мм/с для вертикальных и 5 мм/с для радиальных отстойников. При большем значении скорости необходимо увеличивать число отстойников или увеличить диаметр.

3.3. Обеззараживание сточных вод

Для обеззараживания сточных вод рекомендуется применить хлорирование жидким хлором.

3.3.1. Подбор хлораторов

Для подбора хлораторов необходимо знать расход хлора $G_x, кг/ч$

$$G_x = \frac{a_x \cdot Q}{1000}, \quad (26)$$

где a_x – доза хлора, г/м³, которая принимается: после аэротенков на полную очистку – 3 г/м³, после аэротенков на неполную очистку – 5 г/м³.

По расходу хлора для приготовления хлорной воды подбирают хлораторы ЛОНИИ-100, производительность которых по хлору составляет 1,0–6,0 кг/ч. Сверх общего количества рабочих хлораторов следует принять один резервный. После этого необходимо рассчитать годовой расход хлора и определить размеры хлораторной.

3.3.2. Смесители

Для смешения сточной воды с хлорной применяют смесители типа "лоток Паршалля" или ершовый, на которые имеется типовый проект. Размеры смесителей принимают по таблицам [1] в зависимости от пропускной способности.

3.3.3. Контактные резервуары

В качестве контактных резервуаров применяют типовые вертикальные или горизонтальные отстойники, объем которых рассчитывается на 30-и минутный контакт хлора с водой. Объем всех контактных резервуаров рассчитать по формуле (16), в которой t_k – время контакта хлора с водой, равное 0.5 ч. При расходе сточных вод до 50 тыс. м³/сут следует применить вертикальные контактные резервуары, а при большем расходе – горизонтальные. Очищенные сточные воды поступают самотеком в приемный резервуар насосной станции, откуда они насосами перекачиваются на предприятие для повторного использования в технологическом процессе.

4. Технологический расчет сооружений для обработки осадков

4.1. Выбор схемы обработки осадков

Схема обработки осадков зависит от их состава, свойств и количества. При очистке сточных вод, состав которых предусмотрен заданием на курсовое проектирование, образуются три вида осадка: минеральный из песколовков, сырой из первичных отстойников и контактных резервуаров в основном органического происхождения и избыточный активный ил из вторичных отстойников после аэротенков. Для каждого из этих осадков существуют свои методы обработки. Осадок из песколовков не подвержен загниванию, поэтому его подсушивают на песковых площадках в естественных условиях. Осадок из первичных отстойников

способен загнивать, поэтому его стабилизируют. Существует два способа стабилизации осадка: аэробная стабилизация в стабилизаторах-минерализаторах и анаэробное сбраживание в метантенках. Выбирая метод стабилизации, следует придерживаться следующих рекомендаций: при количестве сточных вод менее 50 тыс. м³/сут. применять аэробную стабилизацию, а при большем количестве – сбраживание в метантенках. После стабилизации осадок обезвоживают. Существует много способов обезвоживания (механическое обезвоживание, термическая сушка, естественная сушка). При выполнении курсовой работы применить сушку осадка в естественных условиях на иловых площадках с естественным основанием.

Избыточный активный ил имеет высокую влажность (более 99%), поэтому первой стадией его обработки является уплотнение в илоуплотнителях. Затем ил обрабатывают совместно с осадком из первичных отстойников.

В соответствии с названными рекомендациями в общую схему станции для очистки сточных вод должны быть внесены и сооружения для обработки осадка.

4.2. Расчет количества осадка

Количество осадка, образующегося в песколовках, $W_{п}$, м³/сут.

$$W_{п} = \frac{(b_a - b_e) \cdot Q_{сум} \cdot 100}{(100 - p) \cdot \gamma}, \quad (27)$$

где b_a – см. формулу (2); b_e – концентрация взвешенных веществ в воде после песколовки, г/м³; $Q_{сум}$ – расход сточных вод, м³/сут; p – влажность осадка, %; γ – объемная масса осадка, г/м³.

При выполнении курсовой работы принять следующие исходные данные: $b_e = (0,95-0,9) \cdot b_a$; $p = 70-80\%$; $\gamma = (1,5-1,8) \cdot 10^6$ г/м³.

Количество осадка, образующегося в первичных отстойниках, $W_{от}$, м³/сут.

$$W_{от} = \frac{(b_b - b_{ом}) \cdot Q_{сум} \cdot 100}{(100 - p) \cdot \gamma}, \quad (28)$$

где $b_{от}$ – см. формулу (10). Остальные условные обозначения см. формулу (27).

При выполнении курсовой работы принять следующие исходные данные: $p = 95-96\%$; $\gamma = (1,05-1,10) \cdot 10^6$ г/м³.

Количество осадка, образующегося в контактных резервуарах, принять равным $W_k = (0,05-0,1) \cdot W_{от}$ м³/сут.

Количество избыточного активного ила Q_u , м³/ч, рассчитывают по формуле (19). Количество ила после уплотнения W_u , м³/сут.

$$W_u = 24 \cdot Q_u \cdot \frac{100 - p_1}{100 - p_2}, \quad (29)$$

где p_1 – влажность ила до уплотнения, %; p_2 – то же, после уплотнения.

Обычно $p_1 = 99,2\%$, а p_2 принимают в зависимости от принятого метода уплотнения (см. п. 4.4).

4.3. Песколовки и иловые площадки

Полезная площадь песковых и иловых площадок ω_n , м²

$$\omega_n = \frac{W}{q_0}, \quad (30)$$

где ω_n – количество подаваемого на площадки осадка, м³/год; q_0 – нагрузка осадка, м³/м² · год.

Количество подаваемого осадка равно:

а) при расчете песковых площадок

$$W = 365 \cdot W_n, \quad (31)$$

б) при расчете иловых площадок

$$W = 365 \cdot (W_{от} \cdot W_k \cdot W_u), \quad (32)$$

Нагрузка на площадки зависит от вида осадка. При расчете песковых площадок $q_0 = 2,5-3,0$ м³/м² · год, а при расчете иловых площадок $q_0 = 1,2-1,5$ м³/м² · год.

Общую полезную площадь площадок делят на отдельные карты.

Как правило, число карт песковых площадок – две. Число карт иловых площадок зависит от количества осадка. Назначая размеры одной карты, следует придерживаться следующих рекомендаций: ширину принимают равной 20–40 м, длину – 40–80 м. Из удобства размещения число карт иловых площадок должно быть четным.

4.4. Илоуплотнители

Илоуплотнители предназначены для уплотнения избыточного активного ила. Существует несколько методов уплотнения осадков, но при выполнении курсового проекта рекомендуется применить гравитационное уплотнение. В качестве гравитационных илоуплотнителей используют типовые вертикальные или радиальные отстойники.

Объем всех илоуплотнителей $V_u, \text{м}^3$

$$V_u = Q_u \cdot t_y, \quad (33)$$

где Q_u – см. формулу (19); t_y – продолжительность уплотнения, которая принимается равной 10–12 ч.

По V_u подбирают типовые отстойники, при этом из удобства компоновки число их должно быть 2, 4 или 8.

Количество уплотненного ила рассчитывают по формуле (29), принимая $p_2 = 97\text{--}97.5\%$.

4.5. Аэробные стабилизаторы

Стабилизатор представляет собой сооружение типа аэротенка. Объем стабилизаторов $V_c, \text{м}^3$

$$V_c = t_c \cdot (W_{om} + W_k + W_u), \quad (34)$$

где t_c – продолжительность стабилизации, сут. Она принимается:

а) при стабилизации только избыточного активного ила $t_c = 10\text{--}12$ сут.;

б) при стабилизации смеси сырого осадка с избыточным активным илом $t_c = 13\text{--}15$ сут.

По рассчитанному объему подбирают стабилизатор из числа типовых аэротенков. Число секций стабилизатора должно быть не менее двух. Из удобства компоновки сооружений рекомендуется размеры коридоров стабилизатора принимать равными коридорам аэротенка.

Расход воздуха на стабилизацию осадка $Q_c, \text{м}^3/\text{ч}$

$$Q_c = q_c \cdot V_c, \quad (35)$$

где q_c – удельный расход воздуха, $\text{м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$. Его принимают:

а) при стабилизации только активного ила $q_c = 1\text{--}1.2 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$;

б) при стабилизации смеси активного ила и сырого осадка $q_c = 1.2\text{--}1.5 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями.

1. На титульном листе рабочей программы считать название «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования» как «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования».

2. Институт строительного материаловедения и техносферной безопасности был переименован 29.02.2016 приказом №4/53 в Химико-технологический.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «09» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой  Свергузова С.В.
подпись, ФИО

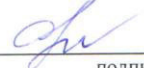
Директор института  Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями в п.б. Основная и дополнительная литература (список прилагается).

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 17 заседания кафедры от «06» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  Свергузова С.В.
подпись, ФИО

Директор института д.т.н., проф.  Павленко В.И.
подпись, ФИО

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

(на 2017-2018 учебный год)

6.1. Перечень основной литературы

1. Корзун Н.Л. Современные методы исследования очистки сточных вод [Электронный ресурс] : учебное пособие для лекционных и лабораторных занятий магистрантов специальности 270800 «Строительство», магистерской программы «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков (ВВм) / Н.Л. Корзун, И.Б. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 166 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20415.html>
2. Корзун Н.Л. Перспективы модернизации водоотводящих сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие для практических занятий магистрантов «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВм) / Н.Л. Корзун. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 211 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20410.html>
3. Преображенская Т.Н. Физические методы интенсификации химических процессов [Электронный ресурс] / Т.Н. Преображенская, Х.Э. Харлампиди, Д.Х. Сафин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 173 с. — 978-5-7882-1004-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62333.html>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Гогина Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод [Электронный ресурс] : монография / Е.С. Гогина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. — 120 с. — 978-5-7264-0493-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16325.html>
2. Ахмадуллина Ф.Ю. Реагентная очистка сточных вод от тяжелых металлов. Теоретические основы, материальные расчеты [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф.Ю. Ахмадуллина, Л.А. Федотова, Р.К. Закиров. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 92 с. — 978-5-7882-1819-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62263.html>
3. Сорбционная очистка сточных вод от СПАВ отходом производства сахарной промышленности - сатурационным осадком [Электронный ресурс] : монография / Ж.А. Сапронова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 114 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66679.html>
4. Корзун Н.Л. Биотехнологии очистки сточных вод городов и предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие для лекционных и практических занятий магистрантов «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВм) / Н.Л. Корзун. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 187 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20405.html>

Периодические издания

1. Реферативные журналы:
2. Экология,
3. Коллоидная химия
4. Научные журналы:
5. Экология и промышленность России;
6. Экологические системы и приборы;
7. Химия и жизнь;
8. Экология и жизнь

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Электронная библиотечная система «Научно-электронная библио-тека eLIBRARY.RU». <http://elibrary.ru>.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань». <http://e.lanbook.com>.
3. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки. <http://www.diss.rsl.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Библиотех». <http://www.bibliotech.ru/>.
5. Справочно-поисковая система «Консультант – плюс» www.consultant.ru/.
6. Информационно-справочная система «Норма CS». <http://normacs.ru>
7. Сборник нормативных документов по строительству, действующих на территории Российской Федерации «СтройКонсультант. Адрес сайта: <http://www.skonline.ru/> .
8. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова (на базе ЭБС «БиблиоТех»): <http://ntb.bstu.ru>
9. Система поиска природно-ресурсной информации - <http://list.priroda.ru>
10. Открытая справочно-информационная служба «Ecoline» - <http://www.ecoline.ru>
11. «Зелёный шлюз» - путеводитель по экологическим информационным ресурсам - <http://zelenyshluz.narod.ru/>
12. European Environment Agency (EEA) - <http://www.eea.europa.eu/>
13. The Global Environmental Information Exchange Network - <http://www.unep.org/infoterra/> - Актуальным разделам экологии - книги, статьи, учебники, методические материалы - <http://www.ecoline.ru/>
14. Библиотека учебников по экологии - <http://window.edu.ru/window/library>
15. Всероссийский экологический портал - <http://ecoportal.ru/>
16. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://schoolcollection.edu.ru/catalog/>
17. Международный портал по экологии и окружающей среде - <http://www.greenwaves.com/russian/indexrus.html>
18. Микроорганизмы - <http://microorganizmy.naukadv.ru/>
19. Национальный портал «Природа России» - <http://www.priroda.ru/>
20. Природа и экология - <http://www.priroda.ru/>
21. Российские зеленые страницы - <http://rgp.agava.ru/>
22. Официальный сайт журнала «Экология производства» <http://www.ecoindustry.ru>
23. Google Scholar [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://scholar.google.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система, разработанная специально для студентов, ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайн-официальных академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).
24. РИБК [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.ribk.net>, свободный. – Загл. с экрана. (портал "Российского информационно-библиотечного консорциума" предоставляет 14 возможностей расширенного поиска библиографических данных и полно-текстовых ресурсов в электронных каталогах пяти крупнейших библиотек России: Всероссийской государственной библиотеке иностранной литературы им. М.И. Рудомино, Научной библиотеке МГУ им. Ломоносова, Парламентской библиотеке, Российской государственной библиотеке, Российской национальной библиотеке).
25. SCIRUS [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.scirus.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система, нацеленная на поиск исключительно научной информации, позволяет находить информацию в научных журналах, персональных страницах ученых, университетов и исследовательских центров. Доступ к полным текстам статей из журналов возможен только для подписчиков).
26. ScienceResearch.com [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.scienceresearch.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система предоставляет возможность одновременного поиска в научных журналах крупнейших издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor and Francis и др. А также в открытых базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News. Поиск в журналах возможен по 12 отдельным предметным рубрикам. Полные тексты статей из журналов доступны только для подписчиков).
27. NIST Chemistry WebBook [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://webbook.nist.gov/chemistry/>, свободный. – Загл. с экрана. (справочная книга Института Стандартов и Технологии США содержит

термохимические, спектральные данные, потенциалы ионизации, сродство к электрону и пр. для свыше 10000 органических и неорганических соединений).

28. Swetsnet Navigator [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.swetswise.com/public/login.do>, свободный. – Загл. с экрана. (база данных иностранных журналов по физике, химии, географии, истории, языкознанию, философии, религии, науковедению, социальным и другим наукам, полнотекстовый доступ возможен к более чем 2 500 журналов.).

29. WORLD SCIENTIFIC Publ [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.worldscinet.com>, свободный. – Загл. с экрана. (коллекции журналов по нескольким тематикам, в том числе по химии).

30. SCIENCE [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.sciencemag.org>, свободный. – Загл. с экрана.

31. Bulletin of the Chemical Society of Japan [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.csj.jp/journals/bcsj/index.html>, свободный. – Загл. с экрана. • Central European Journal of Chemistry [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.springerlink.com/content/1644-3624/>, свободный. – Загл. с экрана.

32. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) <http://www.fips>.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений, дополнений.

Рабочая программа без изменений, дополнений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 18 заседания кафедры от «24» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  Свергузова С.В.
подпись, ФИО

Директор института д.т.н., проф.  Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный
год.

Протокол №11 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова
подпись, ФИО

Директор института  В.И. Павленко
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный
год.

Протокол №11 заседания кафедры от «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ С.В. Свергузова
подпись, ФИО

Директор института _____ В.И. Павленко
подпись, ФИО