

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ИнБиоХим  
Ю.С. Лазуткина

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: Б1.В.7 «Инженерные методы защиты гидросферы»

Код и наименование направления подготовки (специальности): 18.03.02  
Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль, специализация): Инженерная экология

Статус дисциплины: часть, формируемая участниками образовательных  
отношений

Форма обучения: очная

| Статус     | Должность  | И.О. Фамилия   |
|------------|--|----------------|
| Разработал | заведующий кафедрой                                | В.А. Сомин     |
| Согласовал | Зав. кафедрой «ХТиИЭ»                              | В.А. Сомин     |
|            | руководитель направленности<br>(профиля) программы | Ю.С. Лазуткина |

г. Барнаул

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

| Компетенция | Содержание компетенции  | Индикатор | Содержание индикатора   |
|-------------|---|-----------|---|
| ПК-1        | Способен участвовать в совершенствовании технологических процессов и технических средств с позиций энерго- и ресурсосбережения                            | ПК-1.2    | Проводит конструкторскую проработку технических средств, направленных на создание энерго- и ресурсосберегающих технологий                             |
| ПК-2        | Способен проводить эколого-экономический анализ действующих производств, а также создаваемых новых технологий   | ПК-2.2    | Проводит расчеты для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также планируемых объектов хозяйственной деятельности |
| ПК-5        | Способен к разработке проектных решений по инженерной защите компонентов окружающей среды в соответствии с требованиями природоохранного законодательства | ПК-5.1    | Определяет и анализирует основные направления повышения экологической безопасности предприятия с учетом специфики производства                        |

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

|   |   |
|---|---|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.                 | Общая и неорганическая химия, Органическая химия, Основы микробиологии и биотехнологии, Процессы и аппараты химической технологии                       |
| Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. | Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Курсовое проектирование по спецтехнологии, Преддипломная практика |

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

**Общий объем дисциплины в з.е. /час: 11 / 396**

| Форма обучения | Виды занятий, их трудоемкость (час.) |                     |                      |                        | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
|                | Лекции                               | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |   |
| очная          | 64                                   | 32                  | 48                   | 252                    | 171   |

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

Форма обучения: очная

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 6 / 216

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Виды занятий, их трудоемкость (час.) |                     |                      |                        | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| Лекции                               | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |   |
| 32                                   | 32                  | 16                   | 136                    | 95  |

### Лекционные занятия (32ч.)

1. Механические методы. Усреднение и процеживание. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,9] Смесители и усреднители сточных вод. Процеживание через решетки и сита. Решетки неподвижные и подвижные, расчет и подбор. Сита барабанные, дисковые, ленточные, плоские.
2. Основы отстаивания. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[7,9,11] Отстаивание. Закономерности осаждения взвесей в воде. Кинетика осаждения взвеси. Гидравлическая крупность. Эффект отстаивания.
3. Осаждение примесей в песколовках {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,10] Типы песколовок: горизонтальные, вертикальные, с винтовым движением воды. Параметры работы, конструкции, расчет. Подбор песколовок для реализации планируемых объектов хозяйственной деятельности.
4. Аппаратурное оформление процесса отстаивания. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,9,11] Осаждение примесей в отстойниках. Типы отстойников: горизонтальные, вертикальные, радиальные, тонкослойные. Параметры работы, конструкции, расчет. Подбор отстойников для реализации планируемых объектов хозяйственной деятельности
5. Удаление осадков {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7] Удаление осадков из песколовок и отстойников. Выбор типовых сооружений с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.
6. Осветление {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,9] Осветлители и отстойники с аэрацией, принцип действия, конструкции. Осветлители со слоем взвешенного осадка, контактные, осветлители. Параметры работы, конструкции. Удаление всплывающих примесей - нефтеловушки, смоло- и маслоуловители. Выбор типовых сооружений с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.
7. Фильтрование {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,9] Механизм процесса фильтрования. Классификация фильтров и фильтровальных материалов. Основные конструкции фильтров. Условия работы, расчетные параметры. Выбор типовых сооружений с учетом

обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства. Конструкторская проработка технических средств, направленных на создание энерго- и ресурсосберегающих технологий.

8. Аппаратурное оформление процесса фильтрования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,9] Фильтры с зернистой загрузкой (скорые, открытые, напорные, сверхскорые), магнитные, акустические, намывные, с плавающей загрузкой. Новые фильтрующие материалы. Компоновка фильтров с другими очистными сооружениями.

9. Центрифугирование {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[7,9,10] Теоретические закономерности процесса, гидроциклоны, напорные и безнапорные. Центрифуги. Конструкции, расчет. Технологическая схема очистной станции с механической очисткой воды на основе энерго- и ресурсосберегающих технологий.

10. Физико-химические методы. Коагуляция и флокуляция. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,9] Общая характеристика физико-химических методов. Коагуляция и флокуляция. Физико-химические основы процессов. Сооружения, компоновка оборудования, параметры работы. Расчеты для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также планируемых объектов хозяйственной деятельности.

11. Флотация. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7] Физико-химические основы процесса. Классификация флотационных сооружений по способу получения ДГФ: напорная, вакуумная, импеллерная, пневматическая, барботажная и др. Схемы и установки флотации. Конструкции флотомашин.

12. Адсорбция {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,9] Физико-химические основы адсорбции, изотермы адсорбции. Адсорбенты. Статическая и динамическая адсорбция, схемы, расчет. Выбор типовых сооружений с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.

13. Аппаратурное оформление процесса адсорбции. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,9] Адсорбционные аппараты. Схемы очистки адсорбцией. Методы регенерации сорбентов. Новые сорбционные материалы, способы получения.

14. Ионный обмен. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,9] Физико-химические основы процесса. Установки ионного обмена, конструкции аппаратов. Катиониты и аниониты, их классификация. Схема ионообменной очистки. Выбор типовых сооружений с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.

15. Экстракция. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,9] Физико-химические основы процесса. Методы экстрагирования. Технологические схемы и аппаратура. Схема экстракционной очистки. Перегонка и ректификация. Схема установок. Эвапорация. Схема обесфеноливания сточных вод эвапорацией.

16. Мембранные методы. {лекция с разбором конкретных ситуаций}

(2ч.)[6,7,9,10,11] Классификация мембранных методов. Физико-химические основы процессов, приемы их организации. Селективность и проницаемость мембран. Микро- и ультрафильтрация. Обратный осмос и нанофильтрация. Влияние различных факторов на процессы разделения. Аппаратура, схемы установок. Схема с использованием обратного осмоса. Выбор типовых сооружений с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.

#### **Практические занятия (16ч.)**

1. Расчет степени смешения и разбавления сточных вод(2ч.)[6,7,13,14] Определение необходимой степени очистки по различным загрязняющим веществам и параметрам сточных вод (взвешенные вещества, БПК, температура)
2. Расчет сооружений для усреднения и разбавления сточных вод.(2ч.)[6,7,13,14] Расчеты для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также планируемых объектов хозяйственной деятельности. Расчет сооружений для обоснования проектов новых производств. Определение необходимых условий усреднения и разбавления по расходам сточных вод и контролируемым показателям их качества. Расчет контактного усреднителя.
3. Расчет решеток(2ч.)[6,7,13,14] Определение необходимого количества рабочих решеток, их основных параметров (прозор, размеры камеры, скорость движения воды)
4. Расчет горизонтальных песколовок(2ч.)[6,7,13,14] Расчет горизонтальных песколовок с прямолинейным и круговым движением воды. Конструкторская проработка технических средств, направленных на создание энерго- и ресурсосберегающих технологий.
5. Расчет аэрируемых и тангенциальных песколовок(2ч.)[6,7,13,14] Определение количества рабочих отделений песколовки в зависимости от расхода сточных вод, суточного объема накапливаемого осадка, общего расхода воздуха (для аэрируемой песколовки)
6. Расчет горизонтального отстойника(2ч.)[6,7,13,14] Расчет необходимого эффекта осветления. Определение гидравлической крупности. Расчет основных параметров сооружения
7. Расчет вертикальных, радиальных, тонкослойных отстойников(4ч.)[6,7,13,14] Расчет основных параметров сооружений. Определение скорости рабочего потока, количества отделений отстойника, количества осадка. Расчет тонкослойного блока (для тонкослойного отстойника)

#### **Лабораторные работы (32ч.)**

1. Определение эффекта очистки сточных вод от взвешенных веществ, нахождение гидравлической крупности {работа в малых группах} (8ч.)[1]

2. Флотационная очистка сточных вод от ПАВ {работа в малых группах} (6ч.)[2]
3. Изучение процесса ионного обмена на катионите КУ-2-8 {работа в малых группах} (6ч.)[3]
4. Определение дозы коагулянта при очистке воды {работа в малых группах} (6ч.)[4]
5. Исследование работы механического аэратора {работа в малых группах} (6ч.)[5]

**Самостоятельная работа (136ч.)**

1. Подготовка к коллоквиумам(24ч.)[6,7,9,10,11]
2. Подготовка к защите лабораторных работ(26ч.)[1,2,3,4,5,6,9]
3. Проработка литературы по дисциплине(50ч.)[6,7,9,10,11]
4. Подготовка к экзамену(36ч.)[6,7,9,10,11,13]

*Семестр: 7*

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Виды занятий, их трудоемкость (час.) |                     |                      |                        | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| Лекции                               | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |   |
| 32                                   | 0                   | 32                   | 116                    | 76  |

**Лекционные занятия (32ч.)**

1. Химические методы очистки воды. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[6,7,9,11] Нейтрализация. Окисление хлорсодержащими реагентами, кислородом, озоном, радиационно-химическое окисление. Восстановление примесей сточных вод с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.
2. Электро-химические методы очистки сточных вод. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[6,7,9] Физико-химические основы процессов. Классификация методов. Электрокоагуляция и электрофлотация. Технологическая схема очистки. Электрохимическое окисление и восстановление. Электролиз. Расчеты для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также планируемых объектов хозяйственной деятельности.
3. Термические методы очистки сточных вод. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,9,10] Классификация методов. Концентрирование минерализованных сточных вод выпариванием, испарением, вымораживанием, кристаллогидратным процессом. Оборудование, направленное на достижение энерго- и ресурсосберегающих процессов. Выбор сооружений с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.

4. Биохимические методы очистки. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,9,10] Сущность методов. Активный ил и биопленка. Закономерности распада органических веществ. Влияние различных факторов на процесс биохимической очистки.

5. Особенности биохимических методов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,9] Классификация биохимических методов очистки. Аэробные и анаэробные методы. Очистка в естественных условиях на полях орошения, полях фильтрации, биологических прудах. Очистка в биофильтрах, конструкции. Выбор типовых сооружений с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.

6. Очистка сточных вод в искусственных условиях {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,9] Очистка в биофильтрах, конструкции. Выбор типовых сооружений с учетом обеспечения экологической безопасности предприятия и специфики производства.

7. Очистка сточных вод в аэротенках. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,9] Очистка в аэротенках, основные технологические схемы очистки воды в аэротенках. Системы аэрации. Конструкции аэротенков. Анаэробные методы очистки: технологические схемы биохимической очистки. Нитри-денитрификация. Конструкторская проработка аэробных схем очистки сточных вод.

#### **Практические занятия (32ч.)**

1. Расчет установок для нейтрализации(4ч.)[12,13,14] Определение расхода реагентов, отстойников для отстаивания, шламовых площадок.

2. Расчет фильтров для нейтрализации кислых сточных вод(4ч.)[12,13,14] Определение необходимой площади фильтрования в зависимости от расхода сточных вод, подбор загрузки фильтра

3. Расчет скорого безнапорного фильтра(4ч.)[12,13,14] Определение площади фильтрования, расчет необходимого объема кварцевого песка, параметров коллектора

4. Расчет адсорбционной установки с неподвижным слоем сорбента(4ч.)[12,13,14] Определение необходимой площади фильтрования, количества рабочих фильтров, выбор адсорбента, параметров регенерации

5. Расчет ионообменной установки(6ч.)[12,13,14] Определение необходимой площади фильтрования, выбор ионообменного материала, расчет фильтроцикла

6. Расчет аэротенка-вытеснителя(4ч.)[12,13,14] Расчеты для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств, а также планируемых объектов хозяйственной деятельности. Определение параметров сооружения, системы аэрации, степени циркуляции активного ила

7. Расчет установки обеззараживания(6ч.)[12,13,14] Подбор необходимых доз реагентов для обеззараживания очищенных сточных вод. Конструкторская

проработка оборудования, направленного на создание энерго- и ресурсосберегающих технологий.

#### Самостоятельная работа (116ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям.(32ч.)[9,12,14]
2. Проработка учебников и учебных пособий.(42ч.)[6,7,9,10,11,12]
3. Подготовка к экзамену(36ч.)[6,7,9,10,11]
4. Работа со справочной литературой(6ч.)[13,14,15]

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

1. Полетаева М.А. Изучение процесса отстаивания [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2015.– Режим доступа:

[http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva\\_ipo.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva_ipo.pdf)

2. Сомин В.А., Полетаева М.А. Изучение процесса флотационной очистки воды [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2015.– Режим доступа:

[http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva\\_fov.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva_fov.pdf)

3. Полетаева М.А. Определение динамической активности катионита КУ-2-8 [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2015.– Режим доступа:

[http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva\\_odak.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva_odak.pdf)

4. Сомин В.А., Полетаева М.А. Определение оптимальных доз реагентов в процессах коагуляции и флокуляции [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2015.– Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva\\_odr.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva_odr.pdf)

5. Сомин В.А., Полетаева М.А. Изучение режимов работы механического аэратора [Электронный ресурс]: Методические указания.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2015.– Режим доступа:

[http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva\\_rma.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/htie/Poletaeva_rma.pdf)

#### 6. Перечень учебной литературы

##### 6.1. Основная литература

6. Комарова Л.Ф. Инженерные методы защиты гидросферы / Л.Ф. Комарова, В.А. Сомин – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2019. – 283 с. Режим доступа:



[http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Komarova\\_InzMetZashGidrosf\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/Komarova_InzMetZashGidrosf_up.pdf)

7. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод : учебное пособие : [16+] / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 297 с. : ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564892> (дата обращения: 18.01.2022). – Библиогр.: с. 290 - 292. – ISBN 978-5-9729-0277-4. – Текст : электронный.

## 6.2. Дополнительная литература

9. Комарова Л.Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: учебное пособие / Л.Ф. Комарова, Л.А. Кормина. – Барнаул: ГИИП «Алтай», 2000. – 388 с. – Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/htie/injener-metod-komar.pdf>

10. Стрелков, А. К. Охрана окружающей среды и экология гидросферы : учебник / А. К. Стрелков, С. Ю. Теплых ; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – 2-е изд. перераб. и доп. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. – 488 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256154> (дата обращения: 18.01.2022). – Библиогр.: с. 449-453. – ISBN 978-5-9585-0523-4. – Текст : электронный.

11. Технология очистки сточных вод : учебное пособие / сост. А.П. Карманов, И.Н. Полина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 213 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493888> (дата обращения: 26.04.2020). – Библиогр.: с. 210. – ISBN 978-5-9729-0238-5. – Текст : электронный.

7. **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

12. <https://minprirody.alregn.ru/>

13. <https://www.mnr.gov.ru/>

14. <https://www.rospotrebnadzor.ru/>

15. <https://water-rf.ru/>

8. **Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия

уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

**9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

| №пп | Используемое программное обеспечение |
|-----|--------------------------------------|
| 1   | Acrobat Reader                       |
| 1   | LibreOffice                          |
| 2   | Chrome                               |
| 2   | Windows                              |
| 3   | Антивирус Kaspersky                  |
| 4   | Microsoft Office                     |

| №пп | Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы  |
|-----|--|
| 1   | «Базовые нормативные документы» ООО «Группа компаний Кодекс», программные продукты «Кодекс» и «Техэксперт» ( <a href="https://kodeks.ru">https://kodeks.ru</a> )   |
| 2   | Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> ) |

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

|   |
|---|
| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
| учебные аудитории для проведения учебных занятий                          |
| помещения для самостоятельной работы                                      |

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».