МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)
ИНСТИТУТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
(ИДПО ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор, председатель учебно-методической комиссии
ИДПО ФГБОУ ВО «КНИТУ»
_____Ю.Н. Зиятдинова
10 апреля 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Оператор технологических установок. Инженерные и технологические проблемы биологических очистных сооружений»

(72 акад. часа)

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии
ИДПО ФГБОУ ВО «КНИТУ»
(протокол от 10 апреля 2026 г. № 4)

Секретарь учебно-методической комиссии
ИДПО ФГБОУ ВО «КНИТУ» _____ У.А. Казакова

Казань, 2026 г.

Цели обучения	Повышение профессионального уровня в рамках имеющихся компетенций, необходимых для профессиональной деятельности оператора технологических установок.
Планируемые результаты обучения	*знать:* – Перечень и сущность биохимических процессов очистки сточных вод и обработки осадков – Характеристики и потенциал микробных сообществ в биохимических процессах очистки сточных вод и обработки осадков – Сущность и побочные эффекты методов интенсификации работы узлов технологической схемы очистных сооружений – Методы первичной оценки эффективности процессов очистки сточных вод – основные способы обеспечения оптимальной работы узлов технологической схемы по очистке сточных вод;; – особенности мероприятия по проведению технического и технологического контроля отдельных аппаратов и сооружений технологической схемы очистки сточных вод; *уметь:* – Производить технохимический контроль работы узлов технологической схемы очистных сооружений – Оценивать эффективность методов интенсификации работы узлов технологической схемы очистных сооружений – применять приемы и способы для обеспечения оптимальной работы узлов технологической схемы по очистке сточных вод; – обоснованно принимать решения для усовершенствования процессов биологической очистки сточных вод; *владеть:* – навыками технохимического контроля работы узлов технологической схемы очистных сооружений – навыками оценки эффективности методов интенсификации работы узлов технологической схемы очистных сооружений; – методами и приемами для обеспечения оптимальной работы узлов технологической схемы по очистке сточных вод; – навыками корректировки работы узлов технологической схемы для усовершенствования процессов биологической очистки сточных вод
Формируемые компетенции:	Способен к освоению фундаментальных знаний в области техники и технологии, необходимых для ведения профессиональной деятельности в сфере эксплуатации сооружений, технологического и вспомогательного оборудования по очистке сточных вод с учетом внедрения инновационных методов в процесс очистки

Соответствие профессиональным стандартам	Программа составлена с учетом профессионального стандарта «Специалист по эксплуатации очистных сооружений водоотведения» (Приказ Минтруда РФ от 17.11.2020 N 806н)
Соответствие квалификационным требованиям	Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17.11.2020 N 806н «Специалист по эксплуатации очистных сооружений водоотведения»
Категория слушателей	Лица, имеющие высшее, или среднее профессиональное образование
Срок обучения	72 акад. часа
Форма обучения	очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий

Календарный учебный график

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего учебного года. Занятия проводятся по мере комплектования групп.

Таблица 1

Форма обучения	**Общая продолжительность программы**
очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий	**13 дней** **С 06 июля 2026 г. по 20 июля 2026 г**

Учебный план

*Таблица 2. Форма учебного плана программы, реализуемой в полном объеме с использовани*ем аудиторных занятий

№	Наименование дисциплины	ОТ час	Аудиторные/ занятия, час.		СРС с ДОТ час	СРС без ДОТ час	Формы контроля
			Лк	ПЗ, СЗ, ЛЗ			
1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль 1. Важнейшие нанообъекты - ферменты и микроорганизмы для обеспечения надежной и эффективной очистки сточных вод. Процессы биологической очистки сточных вод							
1	ТТерминология процессов биологической очистки сточных вод. Микроорганизмы и их ферменты в процессах превращения веществ - примесей сточных вод	6	2		4		Тест
2	Характеристика и потенциал микробных сообществ в процессах очистки сточных вод	5	2		3		Тест
3	Технологии счистки сточных вод от соединений углерода, азота и фосфора. Сравнительный анализ используемых технологий очистки сточных вод от органических веществ, соединений азота и фосфора	5	2		3		Тест
Модуль 2. Инженерные аспекты очистки сточных вод							

4	Описание технологической схемы очистки сточных вод	10	4	4	2		Устный опрос
5	Сооружения механической очистки сточных вод	10	4	4	2		Устный опрос
6	Сооружения биологической очистки сточных вод	10	4	4	2		Устный опрос
7	Способы интенсификации процессов очистки сточных вод	12	4	6	2		Устный опрос
Модуль 3. Реагенты для биологической очистки сточных вод.							
8	Реагенты в процессах биологической очистки сточных вод, утилизации их осадков	12	4	6	2		Устный опрос
Итоговая аттестация		2		2			Проведение круглого стола в формате дискуссии
Итого		72	26	26	20		

** ОТ – общая трудоемкость, Лк – лекции, ПЗ – практические занятия, СЗ – семинарские занятия, ЛЗ – лабораторные занятия, ДОТ – дистанционные образовательные технологии, СРС – самостоятельная работа слушателя*

Содержание учебных дисциплин (модулей)

Таблица 3. Форма содержания учебных дисциплин.

№ п/п	Наименование тем	Содержание обучения по темам, наименование и тематика лабораторных (практических и/или семинарских) занятий, самостоятельной работы слушателя и используемых образовательных технологий
	Лекционные занятия	
1.	Тема 1. Терминология процессов биологической очистки сточных вод. Микроорганизмы и их ферменты в процессах превращения веществ – примесей сточных вод	**Лекция 1.** Определение ксенобиотиков и поллютантов в составе техногенных отходов. Классификация ксенобиотиков и их биодоступность. **Лекция 2.** Культивирование микроорганизмов и условий их развития в очистных сооружениях. Особенности биологических объектов – микроорганизмов, принимающих участие в превращении примесей сточных вод. Ферменты микроорганизмов. Биодеградация примесей сточных вод. Генетическая обусловленность процессов биодеградации и биодоступности ксенобиотиков.
2.	Тема 2. Характеристика и потенциал микробных сообществ в процессах очистки сточных вод	**Лекция 3.** Представления о микробных сообществах: взаимоотношения организмов в их составе и роль отдельных групп. Факторы формирования микробных агрегатов: активного ила, биопленки, микробных гранулах. **Лекция 4.** Эксплуатационные свойства микробных сообществ и эффективность процессов очистки сточных вод.

3.	Тема 3. Технологии очистки сточных вод от соединений углерода, азота и фосфора. Сравнительный анализ используемых технологий очистки сточных вод от органических веществ, соединений азота и фосфора	**Лекция 5.** Традиционные технологии очистки сточных вод. Удаление соединений азота и фосфора. Представление о процессах нитрификации, денитрификации, аммонификации, фосфатаккумуляции и лимитирующих факторах их протекания. Технологические схемы с нитрификацией и денитрификацией. **Лекция 6.** Перспективные процессы очистки сточных вод с глубоким удалением биогенных элементов (ANAMMOX®, DEAMOX® и др.). Аэробная очистка сточных вод и основные технологические схемы, применяемые в России и за рубежом (на примере Германии, Чехии, Австрии). Процессы башенной биологии: BIOHOCH®-процесс.
4.	Тема 4. Описание технологической схемы очистки сточных вод	**Лекция 7.** Технологическое и техническое оснащение БОС. **Лекция 8.**Классификация загрязнений сточных вод, основные параметры характеризующие сточные воды, общие требования к производственным сточным водам, описание технологической схемы биологических очистных сооружений.
5.	Тема 5. Сооружения механической очистки сточных вод	**Лекция 9.** Процесс отстаивания, основные расчетные параметры. Материальный баланс. **Лекция 10.** Описание стадий механической очистки сточных вод, технические характеристики решеток, классификация и основные параметры песколовок, первичных и вторичных отстойников, преимущества и недостатки, способы усовершенствования, основные расчетные параметры.
6.	Тема 6. Сооружения биологической очистки сточных вод вод	**Лекция 11.** Назначение узла биологической очистки. Классификация, принцип работы, основные характеристики и расчетные параметры аэротенков. **Лекция 12.** Назначение аэрационных систем, виды преимущества и недостатки. Основные технологические параметры контроля. Способы регулирования процессом
7.	Тема 7. Способы интенсификации процессов очистки сточных вод	**Лекция 13.** Классификация способов интенсификации процессов очистки сточных вод. **Лекция 14.** Методы реагентной и физико-химической доочистки сточных вод. Повышение ферметативной активности промышленных илов, биомембранные реакторы. Экономические аспекты.
8.	Тема 8. Реагенты в процессах биологической очистки сточных вод, утилизации их осадков	**Лекция 15.** Применение реагентов в процессах очистки сточных вод. Коагулянты, флокуллянты и комбинированные реагенты (классификация, назначение, подразделение). Практика применения реагенттных препаратов в процессах биологической очистки сточных вод. **Лекция 16.** Биологическая и реагентная дефосфотация. Применение наночастиц в области очистки сточных вод. Инновационные реагентные препараты. Перспективы, приемущества и риски.
Лабораторные и практические		*Занятие 1.* Разбор реальных технологических схем БОС.

занятия	*Занятие 2.* Работа на цифровом тренажере модуля управления процессами БОС. *Занятие 3.* Расчет основных параметров технологического процесса. Материальный баланс. *Занятие 4.* Определение основных параметров активного ила: доза ила, седиментационные свойства активного ила, иловый индекс. *Занятие 5.* Работа с модельной и реальной сточной водой БОС. Определение ХПК, N и P надиловой жидкости исходного и обработанного ультразвуком активного ила. *Занятие 6.* Очистка сточных вод с применением коагулянтов, флокулянтов и скомбинированных реагентов. Проведение пробного коагулирования. Определение гидравлической крупности взвешенных частиц. Выбор режима смешивания сточной воды с реагентами.
Самостоятельная работа слушателя	Освоение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам.
Используемые образовательные технологии	Интерактивная форма с использованием мультимедийного обеспечения. Электронные презентации. Дистанционные образовательные технологии

Требования к промежуточной и итоговой аттестации

Итоговая аттестация производится в форме круглого стола в формате дискуссии по теме: «Инженерные и технологические проблемы биологических очистных сооружений».

Лицам, успешно освоившим программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.

Организационно-педагогические условия реализации ДПП

Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной средствами мультимедийного сопровождения (проектор и/или интерактивная доска, компьютеры для работы на цифровом тренажере)

Учебно-методическое обеспечение программы

Основная литература

1. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита водной среды : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1628-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211589 (дата обращения: 26.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Воронов Ю.В., [Яковлев С.В.] Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 - 704 с.

3. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. - М.: АКВАРОС, 2003. - 512 с. - ISBN 5-901652-05-3.

4. Корзун, Н. Л. Современные методы исследования очистки сточных вод : 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. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 166 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

https://www.iprbookshop.ru/20415.html (дата обращения: 26.02.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Кузнецов, А. Е. Прикладная экобиотехнология: в 2 т. (комплект) : учебное пособие / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников [и др.]. — 5-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 1194 с. — ISBN 978-5-93208-825-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/387665 (дата обращения: 26.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Хенце, М. Очистка сточных вод / Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э..- М.: Мир,2008 - 471 с.

Дополнительная литература

1. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: Учебник. — 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М,2004. — 154с.

2. Благоразумова, А. М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод : учебное пособие / А. М. Благоразумова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1676-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/50163 (дата обращения: 26.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Тихонова, И. О. Экологический мониторинг водных объектов : учебное пособие / И.О. Тихонова, Н.Е Кручинина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 202 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/966056. - ISBN 978-5-16-015959-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/966056 (дата обращения: 26.02.2026).

4. Шагинурова Г. И Техническая микробиология/ Шагинурова Г.И., Перушкина Е.В., Ипполитов К. Г.- Казань: КНИТУ, 2010. – 122 с.

Нормативные правовые акты, профессиональные стандарты и т. п.

Образовательный процесс по дисциплинам (модулям) обеспечивается кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю дисциплины (модуля), и систематически занимающимися профессиональной деятельностью по профилю дисциплины.

Кадровые условия:

Руководитель ДПП от образовательной организации назначается из числа профессорско-преподавательского состава (докторов и кандидатов наук) *кафедры «Промышленной биотехнологии».*

Образовательный процесс по дисциплинам (модулям) обеспечивается кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю дисциплины (модуля), и систематически занимающимися профессиональной деятельностью по профилю дисциплины.

Разработчики программы:

К.т.н, доцент кафедры
«Промышленной биотехнологии» _____ Р.К. Закиров

К.т.н, доцент кафедры
«Промышленной биотехнологии» _____ Й.В. Кобелева

Д.т.н, профессор,
заведующий кафедрой
«Промышленной биотехнологии» _____ А.С. Сироткин

Руководитель программы:

Д.т.н, профессор,
заведующий кафедрой
«Промышленной биотехнологии» _____ А.С. Сироткин