

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства (Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор

Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

**Загрязнение водных экосистем**

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Биоремедиация и мониторинг»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Ю.А. Франк

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- УК-2 – способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- ОПК-7 – способность в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи;

- ПК-3 – способность осуществлять разработку, реализацию и контроль биотехнологических и природоохранных проектов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК-2.1 – Формулирует цель проекта, обосновывает его значимость и реализуемость;

ИУК-2.2 – Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений;

ИУК-2.3 – Обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами;

ИОПК-7.3 – Выделяет научные и практические проблемы, определяет и реализует стратегию их решения на основе подбора адекватных методов и их модификаций;

ИПК-3.1 – Имеет представление об основных биотехнологических процессах и природоохранных технологиях, применяемых в промышленности РФ;

ИПК-3.4 – Проектирует очистку воды и почвы с использованием метаболического потенциала живых организмов.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- освоить основные законы взаимоотношений водных биосистем с окружающей средой, принципы взаимодействия в системе «водный объект - человек»;

- научиться представлять и аргументировать свою позицию в дискуссии по социально значимым проблемам водопользования и охраны водных экосистем;

- овладеть навыками реализации принципов оптимального водопользования и охраны водных ресурсов; проектирования очистки, мониторинга, оценки и охраны водных экосистем.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Первый семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции по следующим дисциплинам бакалавриата – общая экология, неорганическая химия, органическая химия.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– семинарские занятия: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Гидрологический цикл, гидрология и гидрохимия поверхностных и подземных водных объектов.

Гидросфера. Система процессов гидрологического цикла. Влияние плотин и резервуаров на гидрологический цикл. Водные экосистемы. Структурные и функциональные особенности водных экосистем. Типы озер по происхождению и перемешиванию. Температурная стратификация озер, меромиксия. Типы ветландов и их значение для защиты от паводков и для очистки воды от биогенных избытка элементов. Понятия водоносного горизонта, водоупора, перколяции и артезианского бассейна.

Тема 2. Качество вод.

Проблема нехватки пресной воды и пути ее решения. Основные подходы к очистке питьевой воды от нитратов и сульфатов. Технологии очистки питьевой воды от металлов. Водоподготовка питьевой воды и схема очистки сточных вод. Качество питьевой воды.

Тема 3. Загрязнение поверхностных водоемов соединениями биогенных элементов и эвтрофикация водоемов.

Первичная продукция водоемов и ее лимитирование азотом и фосфором. Реакции биогеохимического цикла азота и фосфора. Особенности деструкционных процессов в эвтрофицированных водоемах. Образование токсинов водорослями в эвтрофицированных водоемах. Загрязнение поверхностных вод сульфатами, искусственные ветланды для очистки шахтных вод. Естественное и антропогенное эвтрофирование.

Тема 4. Загрязнение подземных вод соединениями азота.

Загрязнение подземных вод нитратами. Возможный токсичный эффект нитратов. Причины, источники попадания нитратов в подземные воды. Негативные последствия для здоровья населения. Биофильтры и очистные системы на основе микроорганизмов цикла азота.

Тема 5. Загрязнение водоемов органическими соединениями.

Загрязнение хлорированными углеводородами и другими пестицидами. Загрязнение полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ). Бенз(а)пирен как индикаторное вещество ряда ПАУ. Загрязнение углеводородами нефти. Пути деградации органических соединений в водных экосистемах. Загрязнение водных экосистем синтетическими ПАВ. Загрязнение хлорированными углеводородами и другими пестицидами. Загрязнение углеводородами нефти. Пути деградации органических соединений в водных экосистемах. Case-study: загрязнение акваторий диоксинами вследствие применения пестицидов во Вьетнаме в 1950-1960-х гг.

Тема 6. Загрязнение водных экосистем металлами. Источники металлов в питьевой воде.

Загрязнение алюминием, мышьяком, свинцом, ртутью, кадмием, медью: токсикология, государственные стандарты. Металлосодержащие стоки добычи полезных ископаемых. Ртуть, мышьяк, кадмий и свинец как наиболее токсичные металлы. Case-study: загрязнение мышьяком питьевой воды в Бангладеш. Case-study: загрязнение морской воды ртутью и эпидемия в заливе Минамата (Япония, 1950-1960-е гг). Применение метаболического потенциала живых организмов для очистки вод от металлов.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу и выполнения домашних заданий на платформе «iDO», и фиксируется в виде балльно-рейтинговой системы и в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Зачет в первом семестре** проводится на платформе «iDO» на основании результатов текущего контроля, который составляет 40% рейтинга (максимум 35 баллов) и итогового теста, на который приходится около 60% рейтинга (максимум 50 баллов). Таким образом, максимальная сумма баллов составляет 85.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

«Зачтено» ставится при совокупном количестве баллов 50 и выше. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал по итогам текущего контроля и выполнения итогового теста менее 50 баллов в совокупности.

Итоговый тест содержит 25 вопросов и заданий. Продолжительность выполнения 30 минут.

Примеры вопросов и заданий:

1. Вставьте пропущенные термины, выбрав правильный ответ из предложенных вариантов:  
Водный объект природный или искусственный водоем, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки [А].  
Сообщество живых организмов в экосистеме - это [Б].  
Варианты:  
Группа А – водного режима; течения; испарения.  
Группа Б – биотоп, биоценоз, экотоп.
2. Повышенные концентрации нитратов вероятнее всего в воде из (выбрать правильный вариант):
  - a. скважины с обсадкой в сельской местности
  - b. скважины без обсадки в сельской местности
  - c. систем централизованного водоснабжения
  - d. артезианской скважины с обсадкой в городской черте
3. Ведущий фактор антропогенной эвтрофикации внутренних водоемов – это ... (выбрать правильный вариант):
  - a. высокая концентрация соединений азота
  - b. высокая концентрация соединений фосфора
  - c. интенсивная солнечная радиация
  - d. нет правильного варианта
4. Выберите правильное утверждение:
  - a. Консервативные загрязнители практически не поддаются биodeградации
  - b. Металлы принадлежат к числу главных органических консервативных загрязнителей водных объектов
  - c. Стойкие органические загрязнители - отдельная группа веществ, не входящая в число консервативных загрязнителей
  - d. нет правильного варианта

5. Предложите последовательность применения микроорганизмов цикла азота для очистки сточных вод от ионов аммония, состоящую из четырех этапов.

6. Индикаторное вещество, характеризующее уровень загрязнения канцерогенными ПАУ в целом (выбрать правильный вариант):

- a. антрацен
- b. фенантрен
- c. бенз(а)пирен
- d. дибенз(а)пирен

7. Выберите правильное утверждение:

- a. Артезианские воды ограничены двумя водоупорными пластами
- b. Напорные подземные воды наиболее подвержены загрязнению
- c. Самый большой артезианский бассейн в мире расположен в Северной Америке

8. Наиболее распространенными загрязнителями подземных вод (согласно официальной информации Минприроды за последние 10 лет) в России являются: (выбрать правильный вариант):

- a. хлориды и сульфаты
- b. нефтепродукты
- c. фосфаты
- d. соединения азота

9. Последствия антропогенной эвтрофикации водоемов включают: (выбрать правильные варианты, 2 правильных ответа):

- a. образование цианотоксинов и альготоксинов
- b. повышение прозрачности воды
- c. снижение трофического статуса
- d. заморные явления
- e. повышение солености воды

10. Оцените соответствие поверхностных вод реки нормативам предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения:

| Показатель               | Значение, мг/дм <sup>3</sup> | Соответствие / не соответствие |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Нефтепродукты (суммарно) | 0.230                        |                                |
| Мышьяк (суммарно)        | 0.045                        |                                |
| Хлориды                  | 1130                         |                                |
| Нитраты                  | 25.00                        |                                |
| Фосфаты                  | 2.000                        |                                |

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=32043>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Геоэкология. Промышленная экология : учебное пособие /А. В. Мананков ; Томский гос. архитектурно-строительный ун-т - Томск : ТГАСУ , 2010 - 203 с.
- Water and Health electronic resource /edited by Prati Pal Singh, Vinod Sharma. - New Delhi : Springer India : Imprint: Springer, 2014. - 404 p.
- Chasing Water: A Guide for Moving from Scarcity to Sustainability / /by Brian Richter. - Washington, DC : Island Press/Center for Resource Economics : Imprint: Island Press, 2014. - 176 p.

б) дополнительная литература:

- . Водные ресурсы России: проблемы и методы государственного регулирования /Е. Г. Григорьев ; [М-во экон. развития и торговли Рос. Федерации, Рос. акад. наук, Совет по изучению производ. сил] - Москва : Научный мир , 2007 - 237 с.
- Management of Intentional and Accidental Water Pollution /edited by Gyula Dura, Veska Kambourova, Fina Simeonova. - Dordrecht : Springer, 2006.

в) ресурсы сети Интернет:

- периодический журнал MDPI Water: <https://www.mdpi.com/journal/water>
- периодический журнал Frontiers in Water: <https://www.frontiersin.org/journals/water>

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

## 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, с доступом к сети Интернет.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, с доступом к сети Интернет.

## 15. Информация о разработчиках

Франк Юлия Александровна, канд. биол. наук, доцент, кафедра ихтиологии и гидробиологии БИ ГТУ, доцент.