

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Биологического института



Д.С. Воробьев

20 сентя 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Загрязнение водных экосистем**

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Биоремедиация и мониторинг»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

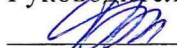
Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б.1.О.07

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 Ю.А. Франк

Председатель УМК

 А.Л. Борисенко

Томск – 2023

## **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 вододопользования и охраны водных ресурсов; проектирования очистки, мониторинга, оценки и охраны водных экосистем.

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 1, 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.
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 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 «Moodle», и фиксируется в виде балльно-рейтинговой системы и в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет в первом семестре** проводится на платформе «Moodle» 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 биодegradации
  - 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	

## 11. Учебно-методическое обеспечение

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

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, которые размещены на платформе «Moodle».

## 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 On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, 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 ТГУ, доцент.