

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

Оценочные материалы по дисциплине

Загрязнение водных экосистем

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

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

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОПОП  
Ю.А. Франк

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

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. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

–тестирование;

–доклад;

–практическая работа.

### **2.1. Подготовка доклада по темам, рассматриваемым в рамках дисциплины (ИУК-2.1, ИУК-2.2, ИУК-2.3, ИОПК-7.3, ИПК-3.1, ИПК-3.4)**

Доклад готовится по выбранной студентом теме. Доклад на 10 минут с презентацией, подготовленной в PowerPoint.

В докладе необходимо описать особенности проблемы, метода, плюсы и минусы, особенности применения на практике, возможные технологические схемы решения, в том числе с использованием метаболического потенциала живых организмов.

*Примерные темы докладов:*

1. Проблема загрязнения вод в угледобывающих регионах и пути её решения.
2. Проблемы загрязнения вод, нормирование загрязнения воды и донных отложений нефтепродуктами в северных регионах РФ.
3. Кислые шахтные дренажные воды предприятий добычи металлов.
4. Искусственные ветланды для очистки вод от металлов.
5. Современные методы биоиндикации для оценки состояния водных объектов.
6. Влияние детергентов на качество воды.
7. Содержание органического вещества в воде. Методы определения.
8. Современные методы обеззараживания коммунальных сточных вод.

9. Дефицит пресной воды в мире. Проблема. Пути решения.
10. Современные экологические проблемы озера Байкал.
11. Санитарное состояние крупных рек Юго-Восточной Азии.
12. Пути поступления пестицидов в водоемы и их влияние на водные экосистемы.
13. Тепловое загрязнение водоемов.
14. Радиационное загрязнение водных экосистем.
15. Биологическое загрязнение водных объектов.
16. Механическое загрязнение водных объектов. «Мусорные острова» в океане.
17. Дампинг – сброс отходов в море с целью захоронения.
18. Признаки эвтрофикации водоёмов и пути решения проблемы: case study.
19. Основные инфекционные заболевания, передающиеся через воду.

## 2.2. Практические задания (ИУК-2.2, ИОПК-7.3, ИПК-3.4)

*Примеры практических заданий:*

1. 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	

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

## 2.3. Тестирование (ИУК-2.2, ИОПК-7.3, ИПК-3.1)

Тестирование проводится несколько раз за семестр, после освоения каждой темы. В тестах представлено несколько типов вопросов и заданий. *Примеры вопросов и заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций:*

- ИУК-2.2 – Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений
- ИПК-3.1 – Имеет представление об основных биотехнологических процессах и природоохранных технологиях, применяемых в промышленности РФ

1. Выберите правильное утверждение:
  - а) Консервативные загрязнители практически не поддаются биодеградации
  - б) Металлы принадлежат к числу главных органических консервативных загрязнителей водных объектов
  - в) Стойкие органические загрязнители - отдельная группа веществ, не входящая
  - г) число консервативных загрязнителей
  - д) нет правильного варианта
2. Основные запасы пресной воды на Земле представлены:

- а) Подземными водами
  - б) Ледниками
  - в) Водами поверхностных водоемов (озер и рек)
  - г) Все предложенные варианты неверны
3. Какие технологии из перечисленных целесообразно применять для очистки кислых шахтных дренажных вод в зонах умеренного климата:
- а) Искусственные ветланды
  - б) Микробная редукция металлов в биореакторах без подогрева
  - в) Нанофильтрация
  - г) Обратный осмос
4. Высший класс опасности веществ (чрезвычайно опасные) обозначают цифрой
- а) 3
  - б) 4
  - в) 2
  - г) 5
  - д) 1
5. Какой показатель вредности лимитирует ПДК нефтепродуктов в питьевой воде:
- а) Рыбохозяйственный
  - б) Органолептический
  - в) Общесанитарный
  - г) Санитарно-токсикологический

Ключи: 1 а), 2 б), 3 а), 4 д), 5 б).

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

1. Повышенные концентрации нитратов вероятнее всего в воде из (выбрать правильный вариант):
- а) Скважины с обсадкой в сельской местности
  - б) Скважины без обсадки в сельской местности
  - в) Систем централизованного водоснабжения
  - д. Артезианской скважины с обсадкой в городской черте
2. Большой Арал был восстановлен благодаря сооружению Кокаральской плотины.
- а) Верно
  - б) Неверно
3. Уравнение  $E = X + y$ , где  $E$  – испарение,  $X$  – выпадение осадков,  $y$  – сток, описывает:
- а) Водный баланс бессточных областей
  - б) Водный баланс мирового океана
  - с) Водный баланс периферической части суши
4. Какие признаки вредности не являются лимитирующими при нормировании загрязнения окружающей среды
- а) Органолептические
  - б) Санитарно-токсикологические

- в) Гидрологические
- г) Общесанитарные
- 4. Выберите основной значимый фактор деградации ПАУ в окружающей среде, который может быть использован для разработки схем биоремедиации:
  - а) Разложение микроорганизмами
  - б) УФ излучение
  - в) Деструкция теплокровными животными
  - г) Растворение

Ключи: 1 б), 2 б), 3 б), 4 в), 5 а).

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится по темам, пройденным в период освоения дисциплины. 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.

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

#### **Варианты вопросов и заданий в рамках итогового теста:**

1. Ведущий фактор антропогенной эвтрофикации внутренних водоемов – это ... (выбрать правильный вариант):
  - а) высокая концентрация соединений азота
  - б) высокая концентрация соединений фосфора
  - в) интенсивная солнечная радиация
  - г) нет правильного варианта
  
2. Индикаторное вещество, характеризующее уровень загрязнения канцерогенными ПАУ в целом (выбрать правильный вариант):
  - а) антрацен
  - б) фенантрен
  - в) бенз(а)пирен
  - г) дибенз(а)пирен
  
3. Выберите правильное утверждение:
  - а) Артезианские воды ограничены двумя водоупорными пластами
  - б) Напорные подземные воды наиболее подвержены загрязнению
  - в) Самый большой артезианский бассейн в мире расположен в Северной Америке
  
4. Наиболее распространенными загрязнителями подземных вод (согласно официальной информации Минприроды за последние 10 лет) в России являются: (выбрать правильный вариант):
  - а) хлориды и сульфаты
  - б) нефтепродукты
  - в) фосфаты
  - г) соединения азота
  
5. Последствия антропогенной эвтрофикации водоемов включают: (выбрать правильные варианты, 2 правильных ответа):
  - а) образование цианотоксинов и альготоксинов

- б) повышение прозрачности воды
- в) снижение трофического статуса
- г) заморные явления
- д) повышение солености воды

Ключи: 1 б), 2 в), 3 а), 4 г), 5 а) г).

Таблица 1. Шкала сформированности компетенций

Шкала сформированности компетенций		Шкалы оценки результатов промежуточной аттестации
Уровень сформированности компетенции	Компетенции УК-2, ОПК-7, ПК-3	Оценка на зачете
<b>Высокий</b> Эталонный (планируемый) результат достигнут полностью	<p>В полной мере, точно, правильно, способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сформулировать цель проекта, обосновывать его значимость и реализуемость;</li> <li>• разработать программу действий по решению задач в области загрязнения вод с учетом имеющихся ресурсов и ограничений;</li> <li>• обеспечить выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами;</li> <li>• выделить научные и практические проблемы в области загрязнения водных экосистем;</li> <li>• определить стратегию и подобрать методы решения научных и практических проблем загрязнения вод;</li> <li>• проектировать очистку воды с использованием метаболического потенциала живых организмов.</li> </ul> <p>В полной мере знает основные биотехнологические процессы и природоохранные технологии, применяемые в промышленности РФ.</p>	зачтено
<b>Средний</b> Результат обучения в основном достигнут, проявляется в большинстве случаев	<p>Допускаются незначительные ошибки. В большинстве случаев способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сформулировать цель проекта, обосновывать его значимость и реализуемость;</li> <li>• разработать программу действий по решению задач в области загрязнения вод с учетом имеющихся ресурсов и ограничений;</li> <li>• обеспечить выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами;</li> <li>• выделить научные и практические проблемы в области загрязнения водных экосистем;</li> <li>• определить стратегию и подобрать методы решения научных и практических проблем загрязнения вод;</li> <li>• проектировать очистку воды с использованием метаболического потенциала живых организмов.</li> </ul> <p>Частично знает основные биотехнологические процессы и природоохранные технологии, применяемые в промышленности РФ.</p>	
<b>Низкий</b> Минимальный приемлемый уровень сформированности результата	<p>Допускаются существенные ошибки. Отчасти способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сформулировать цель проекта, обосновывать его значимость и реализуемость;</li> <li>• разработать программу действий по решению задач в области загрязнения вод с учетом имеющихся ресурсов и ограничений;</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обеспечить выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами;</li> <li>• выделить научные и практические проблемы в области загрязнения водных экосистем;</li> <li>• определить стратегию и подобрать методы решения научных и практических проблем загрязнения вод;</li> <li>• проектировать очистку воды с использованием метаболического потенциала живых организмов.</li> </ul> <p>Слабо знает основные биотехнологические процессы и природоохранные технологии, применяемые в промышленности РФ.</p>	
<p><b>Компетенция не сформирована</b> Соответствующий результат обучения не достигнут</p>	<p>Не способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сформулировать цель проекта, обосновывать его значимость и реализуемость;</li> <li>• разработать программу действий по решению задач в области загрязнения вод с учетом имеющихся ресурсов и ограничений;</li> <li>• обеспечить выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами;</li> <li>• выделить научные и практические проблемы в области загрязнения водных экосистем;</li> <li>• определить стратегию и подобрать методы решения научных и практических проблем загрязнения вод;</li> <li>• проектировать очистку воды с использованием метаболического потенциала живых организмов.</li> </ul> <p>Не знает основные биотехнологические процессы и природоохранные технологии, применяемые в промышленности РФ.</p>	не зачтено

Формирование каждого индикатора компетенции оценивается следующим образом:

Таблица 2. Процедура оценки индикаторов компетенции

Компетенция	Индикатор компетенции	Формат оценки	Процедура оценки
УК-2	ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3	Доклад Тестирование Практические задания	Оценка складывается из оценок за части доклада: описание объекта и цели исследования, методов, схемы эксперимента, то, как сделан сам доклад. Учитывается полнота подготовленной информации, наглядность презентации. Оценка за каждую часть составляет 2 балла. В общей сложности максимальная оценка за доклад – 10 баллов. Полностью правильный ответ на вопрос или выполненное задание оценивается в 2 балла. Частично правильный ответ на вопрос (выбраны не все правильные варианты, выбраны, кроме правильных, неверные варианты) оценивается в 1 балл. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.
ОПК-7	ИОПК-7.3.	Доклад Практические задания Тестирование	Оценка складывается из оценок за части доклада: описание объекта и цели исследования, методов, схемы эксперимента, то, как сделан сам доклад. Учитывается полнота подготовленной информации, наглядность презентации. Оценка за каждую часть составляет 2 балла. В общей сложности максимальная оценка за доклад – 10 баллов. Полностью правильный ответ на вопрос или выполненное задание оценивается в 2 балла. Частично правильный ответ на вопрос (выбраны не все

			правильные варианты, выбраны, кроме правильных, неверные варианты) оценивается в 1 балл. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.
<b>ПК-3</b>	<b>ИПК-3.1. ИПК-3.4</b>	Доклад Практические задания Тестирование	Оценка складывается из оценок за части доклада: описание объекта и цели исследования, методов, схемы эксперимента, то, как сделан сам доклад. Учитывается полнота подготовленной информации, наглядность презентации. Оценка за каждую часть составляет 2 балла. В общей сложности максимальная оценка за доклад – 10 баллов. Полностью правильный ответ на вопрос или выполненное задание оценивается в 2 балла. Частично правильный ответ на вопрос (выбраны не все правильные варианты, выбраны, кроме правильных, неверные варианты) оценивается в 1 балл. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.

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.

Таблица 3. Перевод баллов в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка
50-85	Зачтено
0-49	Не зачтено

#### 4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Примеры вопросов и заданий:

- 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;

1. Нормативы содержания загрязняющих веществ в питьевой воде едины для всех стран

- а) Верно
- б) Неверно

2. Выберите 2 наиболее значимых источника попадания ПАУ в водные экосистемы:

- а) Подземные воды
- б) Разливы нефти при транспортировке
- в) Выпадение из атмосферы
- г) Деятельность живых организмов

3. Выберите из списка верный термин:

- ... – водные организмы, которые ведут полупогруженный образ жизни,

... – группа водных организмов, которые ведут придонный образ жизни

Ключи: 1 б), 2 б) в), 3 (плейстон, бентос).

– 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

1. Фиторемедиация может служить эффективным инструментом для решения следующих проблем, связанных с загрязнением вод (2 правильных ответа):

- а) Загрязнение озер сточными водами
- б) Заиливание водоемов
- в) Загрязнение вод металлами
- г) Высокая концентрация йода

2. Выберите из списка 2 оптимальных способа обезвреживания кислых шахтных дренажных вод (КШДВ):

- а) Озонирование
- б) Микробная редукция металлов
- в) Фиторемедиация
- г) Обработка ультразвуком

2. Выберите из предложенных вариантов общие функции ветландов (2 правильных ответа):

- а) Рыбохозяйственное значение
- б) Депонирование воды и защита от паводков
- в) Высокая продукция органического вещества
- г) Очистка воды от избытка биогенных веществ

Ключи: 1 а) в), 2 б) в), 3 б) г).

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

1. Антропогенная эвтрофикация является причиной снижения качества воды пресных озер и водохранилищ

- а) Верно
- б) Неверно

2. Главная причина экологических проблем Аральского моря - это ...

- а) Нарушение стока впадающих рек
- б) Засоление прилегающих участков берега
- в) Внесение пестицидов на поля по берегам Арала

3. Выберите правильное утверждение

- а) Металлы принадлежат к числу главных органических консервативных загрязнителей водных объектов
- б) Стойкие органические загрязнители - отдельная группа веществ, не входящая в число консервативных загрязнителей
- в) Консервативные загрязнители практически не поддаются биодegradации

Ключи: 1 а), 2 а), 3 в).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину предложенных вопросов.

### **Информация о разработчиках**

Франк Юлия Александровна, д.б.н., доцент, профессор кафедры ихтиологии и гидробиологии Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

**Ссылка на курс в электронной среде обучения ТГУ «iDO»:**  
<https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=32043>