МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики
Межгосударственная образовательная организация высшего образования
Кыргызско-Российский Славянский университет
им. первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Гидробиология рек и водоёмов**»**

Уровень Высшего Образования: БАКАЛАВРИАТ
Направление Подготовки: 20.03.02 (РФ) / 761000 (КР)
«Природообустройство И Водопользование»
Профиль: **«Комплексное Использование И Охрана Водных Ресурсов»**
Форма обучения: очная
курс/семестр: 3 курс / 5 семестр
трудоёмкость: 3 ЗЕТ (108 час.)
форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

2026 г.

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению **подготовки:** 20.03.02 (РФ) / 761000 (КР) «Природообустройство и водопользование» в процессе подготовки бакалавриата КРСУ в соответствии с ФГОС 3++ по дисциплине «Гидробиология рек и водоёмов»

.

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта

протокол № 1 от "02"сентября 2026 г.

Руководитель подразделения _____ Алсеитов МирланТилегенович
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнитель:
к.т.н., доцент _____ Шаршеев Эрмек Сабырович
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Руководитель образовательной программы
направления подготовки **«Природообустройства и водопользования»**

к.т.н., доцент _____ *Ботоканова Бактыгуль Асанкожоевна*
наименование РОП *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАННО:
Заместитель директора по образовательной деятельности Политехнического института

Комарцов Никита Михайлович _____

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ФОРМИРОВАНИЯ
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Блок А

- Теоретические вопросы (проверка знания основ)
- Практические задания (умение применять знания)
- Задания на анализ и оценку (владение методами)

Блок В

- Тестовые вопросы по дисциплине
- Промежуточная аттестация (тесты, контрольные работы, защита заданий)

Блок С

- Проект / мини-защита

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ И УЧЕБНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИДРОБИОЛОГИЯ РЕК И ВОДОЁМОВ»

- Теоретические темы
- Практические и расчётные темы
- Прикладные темы водохозяйственного строительства
- Комплексные и исследовательские темы

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИДРОБИОЛОГИЯ РЕК И ВОДОЁМОВ»

- Текущий контроль
- Рубежный контроль
- Промежуточная аттестация (экзамен)

Блок Д

ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИДРОБИОЛОГИЯ РЕК И ВОДОЁМОВ»

- Теоретические знания («знать»)
- Практические умения («уметь»)
- Владение методами и прикладными навыками («владеть»)
- Промежуточная и итоговая аттестация
- Дополнительные оценочные средства

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ И КЛЮЧ К ТЕСТАМ

ТАБЛИЦА 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Формируемые компетенции (код и наименование)	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Виды оценочных средств / шифр раздела
ОПК-2 – способен принимать участие в научно-исследовательской деятельности на основе использования естественнонаучных и технических наук, учёта требований экологической и производственной безопасности Этап 1 (модули 1–3): водная среда и сообщества гидробионтов	**Знать:** особенности водной среды как среды обитания; экологические факторы и группы гидробионтов; основные группы фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, макрофитов и рыб. **Уметь:** отбирать и обрабатывать гидробиологические пробы; рассчитывать численность, биомассу и показатели разнообразия сообществ. **Владеть:** методами количественного учёта гидробионтов; работой со справочной и нормативной документацией.	Устный опрос; тестирование; практические и расчётные задания; РГЗ 1; рубежный контроль по модулям 1–3. **Разделы 1–3**
ОПК-2 – способен принимать участие в научно-исследовательской деятельности на основе использования естественнонаучных и технических наук, учёта требований экологической и производственной безопасности Этап 2 (модули 4–6): экосистемы рек, озёр и водохранилищ, продуктивность	**Знать:** закономерности формирования биоты рек, озёр и водохранилищ; трофность и эвтрофикацию; первичную и вторичную продукцию, трофические связи. **Уметь:** определять трофическое состояние водоёма, первичную продукцию и деструкцию, кислородный режим; оценивать продукцию и рыбопродуктивность. **Владеть:** методами оценки продуктивности и трофности водных экосистем; навыками интерпретации гидробиологических данных.	Устный опрос; тестирование; практические задания; РГЗ 2; рубежный контроль по модулям 4–6. **Разделы 4–6**
ОПК-2 – способен принимать участие в научно-исследовательской деятельности на основе использования естественнонаучных и технических наук, учёта требований экологической и производственной безопасности Этап 3 (модули 7–8): биоиндикация, антропогенное воздействие, охрана	**Знать:** принципы биоиндикации и оценки качества воды по гидробионтам; виды антропогенного воздействия; процессы самоочищения; основы гидробиологического мониторинга. **Уметь:** рассчитывать индексы сапробности и разнообразия, БПК, разбавление и самоочищение; оценивать состояние водных объектов по гидробиологическим данным. **Владеть:** навыками обоснования мер по охране водных экосистем и рыбных ресурсов на основе гидробиологических данных.	Ситуационные задачи; РГЗ 3; тестирование; защита проекта; экзамен. **Разделы 7–8; все разделы**

Примечание. Перечень дополнительных компетенций и индикаторов их достижения, закреплённых за дисциплиной, приводится в соответствии с рабочей программой дисциплины (РПД).

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: «Гидробиология рек и водоёмов»
Направление подготовки: 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Комплексное использование и охрана водных ресурсов»
Курс/семестр: 3/5
Объём аудиторной работы: 3 ЗЕТ (108 ч): лекции — 16 ч; практические занятия — 16 ч; самостоятельная работа — 44 ч
Группа: КИОВР-1-24
Форма промежуточной аттестации: экзамен

Название модулей дисциплины (по разделам РПД)	Вид контроля	Форма контроля	Мин	Макс	График контроля
Модуль 1. Водная среда и экологические группы гидробионтов — Предмет и задачи гидробиологии; связь с экологией и водным хозяйством. — Водная среда: температура, свет, кислород, соли, течение. — Экологические группы: планктон, нектон, бентос, нейстон, перифитон.	Текущий контроль	Фронтальный опрос, ситуационные задания, активность на практических занятиях (0,5 балла за занятие). За каждое пропущенное и не отработанное занятие снимается 0,5 балла.	2	4	1–2 недели
	Рубежный контроль	Тестирование	3	6	2 неделя
Модуль 2. Фитопланктон, перифитон и макрофиты — Основные группы водорослей; сезонная сукцессия фитопланктона. — Перифитон и фитобентос рек; макрофиты и их роль. — Методы отбора и обработки проб; подсчёт клеток.	Текущий контроль	Фронтальный опрос, ситуационные задания, активность на практических занятиях (0,5 балла за занятие).	2	3	3–4 недели
	Рубежный контроль	Практическая работа (подсчёт и расчёт численности фитопланктона)	3	5	4 неделя
Модуль 3. Зоопланктон, зообентос и рыбы — Коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные. — Группы зообентоса; методы учёта; численность и биомасса на 1 м². — Рыбы рек и озёр Кыргызстана; индексы разнообразия.	Текущий контроль	Фронтальный опрос, ситуационные задания, активность на практических занятиях (0,5 балла за занятие).	2	4	5–6 недели
	Рубежный контроль	Расчётно-графическое задание (РГЗ 1) — численность, биомасса, индекс Шеннона	3	6	6 неделя

Название модулей дисциплины (по разделам РПД)	Вид контроля	Форма контроля	Мин	Макс	График контроля
Модуль 4. Экология рек — Концепция речного континуума; реофильные сообщества. — Биота горных рек Кыргызстана; дрейф бентоса. — Влияние зарегулирования стока; нерестилища и пойменные водоёмы.	Текущий контроль	Фронтальный опрос, ситуационные задания, активность на практических занятиях (0,5 балла за занятие).	2	3	7–8 недели
	Рубежный контроль	Тестирование	3	5	8 неделя
Модуль 5. Экология озёр и водохранилищ — Зональность озёр: литораль, пелагиаль, профундаль. — Температурная стратификация; кислородный режим; заморы. — Трофность и эвтрофикация; «цветение» воды; особенности водохранилищ.	Текущий контроль	Фронтальный опрос, ситуационные задания, активность на практических занятиях (0,5 балла за занятие).	2	3	9–10 недели
	Рубежный контроль	Практическая работа (кислородный режим и трофность водоёма)	3	5	10 неделя
Модуль 6. Продуктивность и трофические связи — Первичная продукция и деструкция; метод склянок. — Трофические цепи и сети; P/B-коэффициент. — Круговорот биогенов; рыбопродуктивность водоёмов.	Текущий контроль	Фронтальный опрос, ситуационные задания, активность на практических занятиях (0,5 балла за занятие).	2	4	11–12 недели
	Рубежный контроль	Расчётно-графическое задание (РГЗ 2) — продукция и трофическое состояние	3	6	12 неделя
Модуль 7. Биоиндикация и оценка качества вод — Принципы биоиндикации; зоны сапробности. — Индекс сапробности Пантле – Букка; биотические индексы, EPT. — Индексы разнообразия; методы биотестирования.	Текущий контроль	Фронтальный опрос, ситуационные задания, активность на практических занятиях (0,5 балла за занятие).	2	3	13–14 недели
	Рубежный контроль	Расчётно-графическое задание (РГЗ 3) — оценка качества воды по гидробионтам	3	5	14 неделя
Модуль 8. Антропогенное воздействие и охрана водных экосистем — Виды воздействия:	Текущий контроль	Фронтальный опрос, ситуационные задания, активность на практических занятиях (0,5 балла за занятие).	2	3	15–16 недели

Название модулей дисциплины (по разделам РПД)	Вид контроля	Форма контроля	Мин	Макс	График контроля
органическое, биогенное, токсическое, тепловое. — Самоочищение; инвазионные виды; рыбохозяйственные нормативы. — Гидробиологический мониторинг; меры охраны и восстановления.	Рубежный контроль	Тестирование, ответы на контрольные вопросы	3	5	16 неделя
Итого за семестр			**40**	**70**	
Промежуточный контроль (экзамен)		Устный ответ по билету (3 вопроса)	20	30	сессия
Семестровый рейтинг			**60**	**100**	

Примечания:

1. Минимальный порог допуска к экзамену — 40 баллов по итогам текущего и рубежного контроля; минимальный семестровый рейтинг для положительной оценки — 60 баллов (в соответствии с Положением о ФОС КРСУ).
2. За каждое пропущенное без уважительной причины и не отработанное занятие снимается 0,5 балла.
3. За активное участие в обсуждении, предложение оригинальных решений начисляется до +0,5 балла за занятие (максимум +3 балла за модуль, но не выше максимального балла по модулю).
4. Студенты, набравшие менее 40 баллов по текущему и рубежному контролю, направляются на отработку заданий перед допуском к экзамену.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА)

Блок А

1. Теоретические вопросы (проверка знания основ)

Модуль 1

1. Что изучает гидробиология? Как она связана с экологией, гидрологией, ихтиологией и водным хозяйством?
2. Чем водная среда как среда обитания отличается от наземной? Назовите её основные свойства, важные для организмов.
3. Какие абиотические факторы определяют жизнь в водоёмах (температура, свет, кислород, соли, течение)? Приведите примеры.
4. Как растворённый кислород и температура влияют на распределение гидробионтов? Что такое замор?
5. Охарактеризуйте экологические группы гидробионтов: планктон, нектон, бентос, нейстон, перифитон.
6. Что такое эврибионты и стенобионты? Приведите примеры реофильных и лимнофильных организмов.

Модуль 2

7. Что такое фитопланктон? Назовите основные группы водорослей пресных водоёмов (диатомовые, зелёные, синезелёные, золотистые).
8. Как условия освещённости, температуры и биогенов влияют на развитие фитопланктона? Что такое сезонная сукцессия?
9. Что такое перифитон и фитобентос? Какую роль они играют в реках?
10. Какие экологические группы макрофитов выделяют (погружённые, плавающие, воздушно-водные)? Какова их роль в водоёме?
11. Какова роль водорослей и макрофитов в кислородном режиме и самоочищении водоёмов?
12. Какие методы отбора и обработки проб фитопланктона применяют (батометры, планктонные сети, фиксация, камера счёта)?

Модуль 3

13. Охарактеризуйте основные группы зоопланктона пресных вод: коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные.
14. Какова роль зоопланктона в трофической цепи? Что такое «суточные вертикальные миграции»?

15. Что такое зообентос? Назовите основные группы (личинки насекомых, олигохеты, моллюски, ракообразные).
16. Какими методами отбирают пробы зообентоса (дночерпатели, скребки, сачки)? Как рассчитывают численность и биомассу на 1 м²?
17. Какие группы рыб обитают в реках и озёрах Кыргызстана? Как они делятся по экологии (реофилы, лимнофилы, проходные)?
18. Как показатели численности, биомассы и видового разнообразия используют для описания сообществ?

Модуль 4

19. Что такое концепция речного континуума? Как меняются сообщества от истока к устью?
20. Как скорость течения, субстрат и температура влияют на состав сообществ горных рек?
21. Назовите особенности гидробионтов горных рек Кыргызстана (реофильные личинки поденок, веснянок, ручейников; форель, маринка, османы).
22. Что такое дрейф бентоса и какую роль он играет в реках?
23. Как зарегулирование стока и забор воды меняют биоту реки? Что такое экологический (санитарный) расход?
24. Какую роль играют пойменные водоёмы и нерестилища в воспроизводстве рыбных запасов?

Модуль 5

25. Какова зональность озёр и водохранилищ (литораль, пелагиаль, профундаль)? Какие сообщества в них обитают?
26. Как температурная стратификация влияет на распределение кислорода и жизни в озёрах? Что такое термоклин?
27. Что такое трофность водоёма? Назовите типы озёр: олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, дистрофные.
28. Что такое эвтрофикация? Назовите причины, признаки и последствия «цветения» воды.
29. Чем водохранилища отличаются от естественных озёр по гидробиологическому режиму?
30. Особенности гидробиологии озера Иссык-Куль и высокогорных озёр Кыргызстана.

Модуль 6

31. Что такое первичная продукция и как её определяют (кислородная модификация склянок, хлорофилл, углеродный метод)?

32. Что такое валовая и чистая продукция? Что показывает отношение P/R?
33. Опишите трофическую структуру водоёма: продуценты, консументы, редуценты. Что такое пищевая цепь и сеть?
34. Что такое P/B-коэффициент? Как оценивают вторичную продукцию зоопланктона и зообентоса?
35. Как происходит круговорот азота и фосфора в водоёме? Что такое внутренняя нагрузка биогенами?
36. Что такое рыбопродуктивность водоёма? От каких факторов она зависит?

Модуль 7

37. Что такое биоиндикация? Какие организмы используют как индикаторы качества воды?
38. Что такое сапробность? Назовите зоны сапробности и их индикаторы (олиго-, β-мезо-, α-мезо-, полисапробная).
39. Как рассчитывают индекс сапробности по методу Пантле – Букка?
40. Что такое биотический индекс и индекс EPT? Как они отражают качество воды?
41. Что показывают индексы разнообразия (Шеннона, Симпсона)? Как они изменяются при загрязнении?
42. Какие методы биотестирования применяют для оценки токсичности воды (дафнии, хлорелла, рыбы)?

Модуль 8

43. Какие виды антропогенного воздействия на водные экосистемы существуют (органическое, биогенное, токсическое, тепловое, гидроморфологическое)?
44. Как поступление органических веществ влияет на кислородный режим и биоту? Что такое БПК?
45. Что такое самоочищение водоёма? Какова роль гидробионтов в нём (бактерии, моллюски-фильтраторы, макрофиты)?
46. Что такое инвазионные виды? Приведите примеры последствий их проникновения в водоёмы.
47. Какие требования предъявляют к воде рыбохозяйственных водоёмов (рыбохозяйственные нормативы, ПДК)?
48. Как организован гидробиологический мониторинг? Какие показатели и сроки наблюдений используют?
49. Какие меры по охране и восстановлению водных экосистем применяют (очистка стоков, рыбоходы, зарыбление, водоохранные зоны)?

2. Практические задания (умение применять знания)

1. В камере счёта объёмом 0,1 мл подсчитано 120 клеток водорослей. Концентрат объёмом 20 мл получен из 5 л воды. Определите численность фитопланктона (кл/л).
2. Численность зоопланктона 200 экз/м³, средняя масса одной особи 0,3 мг. Определите биомассу зоопланктона (мг/м³).
3. Дночерпателем с площадью захвата 0,025 м² взято 4 пробы; всего найдено 60 экз. донных беспозвоночных средней массой 0,02 г. Определите численность (экз/м²) и биомассу (г/м²) зообентоса.
4. В пробе найдено 3 вида с численностью 50, 30 и 20 экз. Рассчитайте индекс разнообразия Шеннона и выравненность. Сделайте вывод.
5. По данным гидробиологической пробы: индикатор s = 1, h = 3; s = 2, h = 5; s = 3, h = 1. Определите индекс сапробности по Пантле – Букку и класс качества воды.
6. В склянках: исходное содержание кислорода 8,0 мг/л; в светлой после суток экспозиции 10,0 мг/л; в тёмной 6,5 мг/л. Определите чистую, валовую продукцию и деструкцию, отношение P/R.
7. Содержание кислорода в воде 6,4 мг/л при полном насыщении 9,1 мг/л (20 °C). Определите степень насыщения воды кислородом и оцените состояние водоёма.
8. БПК определяют по разности: исходное содержание кислорода 8,2 мг/л, после 5 суток 5,4 мг/л. Определите $БПК_5$ и оцените степень загрязнения органическими веществами.
9. Прозрачность воды по диску Секки 2 м. Рассчитайте индекс трофического состояния TSI (Карлсона) и определите трофность водоёма.
10. Концентрация хлорофилла a в озере 10 мкг/л. Рассчитайте TSI по хлорофиллу и сопоставьте с типом трофности.
11. Численность клеток водоросли выросла с 1000 до 8000 кл/мл за 3 сут. Определите удельную скорость роста и время удвоения.
12. В реке расход Q = 10 м³/с, фоновая концентрация загрязнителя 0,5 мг/л. Сброс q = 0,5 м³/с с концентрацией 20 мг/л. Определите концентрацию после полного смешения.
13. Начальная концентрация органического вещества C_0 = 10 мг/л, константа самоочищения k = 0,2 $сут^{-1}$. Определите концентрацию через 5 суток.
14. Для оценки численности рыб в озере помечено и выпущено M = 200 экз.; во втором отлове C = 150 экз., из них помеченных R = 10. Определите численность популяции (метод Линкольна – Петерсена).

15. Биомасса зообентоса 12 г/м², P/B-коэффициент 3. Определите годовую продукцию зообентоса.
16. Площадь водохранилища 500 га, рыбопродуктивность 80 кг/га. Рассчитайте возможный годовой вылов, если изымается 30 % продукции.
17. По данным наблюдений на двух створах реки (выше и ниже сброса) сравните индекс Шеннона: 2,4 и 1,1. Сделайте вывод о воздействии сброса.

3. Задания на анализ и оценку (владение методами)

1. Проанализируйте причины и последствия «цветения» воды в водохранилище в летний период. Предложите комплекс мер по снижению эвтрофикации.
2. По данным о составе бентоса ниже сброса сточных вод (преобладание олигохет, отсутствие поденок и веснянок) оцените состояние реки и обоснуйте вывод.
3. Оцените влияние зарегулирования стока (плотина, переменный попуск) на сообщества реки и воспроизводство рыб; предложите природоохранные меры.
4. Проанализируйте профиль кислорода и температуры озера летом и зимой; объясните возможность заморов и предложите меры.
5. Подберите организмы-индикаторы для оценки органического загрязнения горной реки и обоснуйте выбор методов отбора проб.
6. Оцените риски проникновения инвазионных видов в водоём и предложите меры профилактики.
7. Сравните гидробиологические показатели двух водоёмов (олиготрофное и эвтрофное озеро) и объясните различия.
8. Проанализируйте данные гидробиологического мониторинга (динамику индекса сапробности и биомассы) и определите тенденцию изменения качества воды.

Блок В

I. Тестовые вопросы по дисциплине:

Правильный вариант отмечен знаком «✓». Для тестирования студентам выдаются варианты без отметок.

1. Организмы, пассивно переносимые течением и населяющие толщу воды, называют:
   A) бентосом
   B) планктоном ✓
   C) нектоном
2. Организмы, обитающие на дне и в грунте водоёма, называют:
   A) бентосом ✓
   B) планктоном
   C) нейстоном
3. К нектону относятся:
   A) диатомовые водоросли
   B) коловратки
   C) рыбы ✓
4. Организмы, обитающие на поверхностной плёнке воды, образуют:
   A) перифитон
   B) нейстон ✓
   C) бентос
5. Организмы, поселяющиеся на подводных предметах и камнях, образуют:
   A) перифитон ✓
   B) планктон
   C) нектон
6. Основным поставщиком кислорода в водоёме при дневном освещении является:
   A) сток подземных вод
   B) деятельность бактерий
   C) фотосинтез водорослей и макрофитов ✓
7. С повышением температуры растворимость кислорода в воде:
   A) увеличивается
   B) уменьшается ✓
   C) не меняется
8. Замор — это:
   A) массовая гибель гидробионтов из-за недостатка кислорода ✓
   B) массовое размножение водорослей
   C) сезонная миграция рыб

9. Основной группой фитопланктона, вызывающей «цветение» эвтрофных водоёмов, являются:
   A) диатомовые водоросли
   B) харовые водоросли
   C) синезелёные водоросли (цианобактерии) ✓
10. К зоопланктону пресных вод относятся:
   A) моллюски и олигохеты
   B) коловратки и ракообразные ✓
   C) рыбы и амфибии
11. Личинки поденок, веснянок и ручейников служат индикаторами:
   A) чистой, богатой кислородом воды ✓
   B) сильного органического загрязнения
   C) солёных вод
12. Массовое развитие олигохет (трубочников) характерно для:
   A) чистых горных ручьёв
   B) олиготрофных озёр
   C) загрязнённых органикой участков с заиленным дном ✓
13. Концепция речного континуума описывает:
   A) закономерное изменение сообществ реки от истока к устью ✓
   B) сезонные изменения уровня воды
   C) миграции рыб в океан
14. Для горных рек характерны:
   A) обильный фитопланктон
   B) реофильные организмы, приспособленные к быстрому течению ✓
   C) донные отложения ила
15. Глубинную зону озера, лишённую света, называют:
   A) литоралью
   B) пелагиалью
   C) профундалью ✓
16. Прибрежную мелководную зону озера с макрофитами называют:
   A) профундалью
   B) литоралью ✓
   C) эпилимнионом

17. Слой резкого скачка температуры в стратифицированном озере называется:
    A) термоклином ✓
    B) эпилимнионом
    C) литоралью
18. Водоёмы с высоким содержанием биогенов и высокой продуктивностью называют:
    A) олиготрофными
    B) дистрофными
    C) эвтрофными ✓
19. Эвтрофикация водоёма вызывается преимущественно избытком:
    A) кислорода
    B) биогенных элементов (азота и фосфора) ✓
    C) солей кальция
20. Валовая первичная продукция — это:
    A) всё органическое вещество, созданное при фотосинтезе ✓
    B) вещество, оставшееся после дыхания продуцентов
    C) масса рыб в водоёме
21. Отношение годовой продукции к средней биомассе называется:
    A) индексом сапробности
    B) P/B-коэффициентом ✓
    C) коэффициентом деструкции
22. Организмы, создающие органическое вещество из неорганического, называют:
    A) консументами
    B) редуцентами
    C) продуцентами ✓
23. Организмы, разлагающие органические остатки до минеральных веществ, называют:
    A) редуцентами ✓
    B) продуцентами
    C) консументами

24. Для оценки органического загрязнения по составу организмов применяют индекс:
    A) Рейнольдса
    B) Стефана
    C) сапробности (Пантле – Букка) ✓
25. Олигосапробная зона характеризуется:
    A) сильным загрязнением и отсутствием кислорода
    B) чистой водой с высоким содержанием кислорода ✓
    C) высокой минерализацией
26. $БПК_5$ — это показатель:
    A) потребления кислорода на биохимическое окисление органики за 5 суток ✓
    B) содержания биогенов в воде
    C) прозрачности воды
27. Прозрачность воды измеряют:
    A) батометром
    B) планктонной сетью
    C) диском Секки ✓
28. Видом, проникшим в водоём из других регионов и вытесняющим местные виды, является:
    A) эндемик
    B) инвазионный вид ✓
    C) реликт
29. Индекс разнообразия Шеннона при органическом загрязнении водоёма, как правило,:
    A) снижается ✓
    B) возрастает
    C) не зависит от загрязнения
30. Самоочищение водоёма — это:
    A) сезонное расслоение воды
    B) комплекс процессов, снижающих концентрацию загрязнителей в воде ✓
    C) повышение минерализации воды

II. Промежуточная аттестация (тесты, контрольные работы, защита заданий)

1. Тестовые вопросы (могут быть комбинированными)

Множественный выбор: экологические группы гидробионтов, индикаторы сапробности, факторы, влияющие на кислородный режим.

Соответствие: термины и определения (например, «планктон – организмы, переносимые течением», «бентос – организмы дна», «термоклин – слой скачка температуры»).

Короткие ответы: «Назовите три группы зоопланктона», «Назовите три признака эвтрофикации водоёма».

2. Контрольная работа / практикум

1. Расчёт численности и биомассы планктона и бентоса по индивидуальному варианту исходных данных.
2. Расчёт индексов разнообразия Шеннона и сапробности Пантле – Букка по данным гидробиологической пробы.
3. Расчёт первичной продукции, БПК, индекса трофического состояния, разбавления и самоочищения (по индивидуальному варианту).

Блок С

3. Проект / мини-защита

1. Гидробиологическая оценка участка реки (выше и ниже сброса): отбор проб, расчёт индексов Шеннона и сапробности, выводы.
2. Оценка трофического состояния озера или водохранилища по прозрачности и хлорофиллу; предложения по снижению эвтрофикации.
3. Разработка программы гидробиологического мониторинга водохранилища (створы, показатели, сроки, методы).
4. Презентация (5–7 слайдов): гидробиологические особенности реки или озера Кыргызстана (состав сообществ, рыбы, угрозы, меры охраны).

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ И УЧЕБНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИДРОБИОЛОГИЯ РЕК И ВОДОЁМОВ»

(самостоятельная работа обучающегося; тема согласовывается с преподавателем)

I. Теоретические темы

1. Экологические группы гидробионтов и их приспособления.
2. Фитопланктон и «цветение» воды: причины и последствия.
3. Концепция речного континуума.

4. Трофические сети пресноводных экосистем.
5. Инвазионные виды в водоёмах Центральной Азии.

II. Практические и расчётные темы

1. Расчёт численности и биомассы планктона по пробам.
2. Расчёт индексов разнообразия Шеннона и Симпсона по данным бентоса.
3. Оценка качества воды методом Пантле – Букка.
4. Определение первичной продукции методом склянок.
5. Оценка трофности озера по индексу Карлсона.

III. Прикладные темы водохозяйственного направления

1. Гидробиологический мониторинг водохранилищ.
2. Влияние зарегулирования стока на биоту реки.
3. Рыбоходы и рыбозащитные сооружения на водозаборах.
4. Рыбохозяйственные нормативы и оценка воздействия на водные биоресурсы.
5. Биологические методы борьбы с зарастанием и цветением водоёмов.

IV. Комплексные и исследовательские темы

1. Гидробиология озера Иссык-Куль: состав сообществ и угрозы.
2. Биота горных рек Кыргызстана и её индикаторные свойства.
3. Влияние климатических изменений на биоту высокогорных озёр.
4. Самоочищение малых рек в условиях антропогенной нагрузки.
5. Аквакультура и рыбоводство в водоёмах Кыргызстана: экологические аспекты.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИДРОБИОЛОГИЯ РЕК И ВОДОЁМОВ»

I. Текущий контроль (16–27 баллов; до 27 % семестрового рейтинга)

1. Устный опрос и тестирование

— проверка теоретических знаний: основные понятия, термины, экологические группы гидробионтов и закономерности жизни водных экосистем;

— формат: вопросы с кратким ответом, тесты с выбором правильного ответа.

Примеры заданий:

— Что такое бентос и планктон? Чем они отличаются?

— Назовите три группы организмов-индикаторов чистой и загрязнённой воды.
— Что такое эвтрофикация и каковы её признаки?

2. Практические задания

— выполнение расчётов, оформление результатов практических работ.

Примеры заданий:

— Расчёт численности и биомассы зообентоса на 1 м².
— Расчёт индекса сапробности по Пантле – Букку.
— Определение первичной продукции методом склянок.

II. Рубежный контроль (24–43 балла; до 43 % семестрового рейтинга)

1. Контрольная работа / практикум / РГЗ

— РГЗ 1 — численность, биомасса и индекс Шеннона;
— РГЗ 2 — продукция и трофическое состояние водоёма;
— РГЗ 3 — оценка качества воды по гидробионтам.

2. Тестирование

— тестовые задания с выбором правильного ответа (A/B/C);
— оценка теоретических знаний и понимания практических методов.

III. Промежуточная аттестация — экзамен (20–30 баллов; до 30 % семестрового рейтинга)

— устный ответ по билету из трёх вопросов (знать – уметь – владеть);
— вопросы охватывают все модули дисциплины: теорию, практику, анализ данных.

Формат билета:

— 1-й вопрос (ЗНАТЬ) — теоретический, 40 % баллов за билет;
— 2-й вопрос (УМЕТЬ) — практическая задача (расчёт), 40 % баллов;
— 3-й вопрос (ВЛАДЕТЬ) — ситуационное задание, 20 % баллов.

Распределение баллов семестрового рейтинга

ФОРМА КОНТРОЛЯ	Мин	Макс	ВЕС В ИТОГОВОЙ ОЦЕНКЕ, %
Текущий контроль (опрос, практические задания, активность)	16	27	27
Рубежный контроль (тестирование, РГЗ 1–3)	24	43	43
Экзамен (устный ответ по билету)	20	30	30
Итого	60	100	100

Блок Д

Перечень видов оценочных средств по дисциплине «Гидробиология рек и водоёмов»

I. Теоретические знания («знать»)

- Устный опрос — проверка понимания основных понятий, терминов и закономерностей гидробиологии.
- Тесты с выбором ответа (A/B/C) — объективная проверка знаний.
- Короткие письменные ответы — объяснение определений, краткие формулировки.
- Рефераты и мини-сочинения — краткое изложение темы, например «Экологические группы гидробионтов».

II. Практические умения («уметь»)

- Выполнение расчётных заданий:
  - расчёт численности и биомассы планктона и бентоса;
  - расчёт индексов разнообразия и сапробности;
  - расчёт первичной продукции, БПК и степени насыщения воды кислородом;
  - расчёт индекса трофического состояния водоёма;
  - расчёт разбавления, самоочищения и численности рыб.
- Решение практических кейсов — анализ причин «цветения» воды и заморов, оценка последствий сброса сточных вод, оценка состояния реки по бентосу.

III. Владение методами и прикладными навыками («владеть»)

- Расчётно-графические задания (РГЗ) и проект — комплексная оценка, расчёт и обоснование решения.
- Практические работы — обработка гидробиологических проб, оформление протокола.
- Мини-проекты — разработка рекомендаций по охране водных экосистем и снижению эвтрофикации водохранилищ.
- Защита проектов и презентаций — оценка умения систематизировать информацию и делать выводы.

IV. Промежуточная и итоговая аттестация

- Контрольная работа / практикум — проверка комплексных знаний и практических навыков.

— Экзамен — сочетание теоретического вопроса, практической задачи и ситуационного задания.
— Тестирование на компьютере — удобная форма для оценки большого объёма знаний.

V. Дополнительные оценочные средства

— Тематические опросники и анкеты — для проверки понимания конкретной темы.
— Оценка активности на практических занятиях — участие в обсуждениях, выполнение заданий на занятии.
— Домашние задания и мини-отчёты — закрепление материала и формирование навыков работы с данными.

Пример построения билета промежуточной аттестации (экзамен):

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня обученности ЗНАТЬ: концепция речного континуума; изменение сообществ горной реки от истока к равнине.

2. Задача для проверки уровня обученности УМЕТЬ: определить индекс разнообразия Шеннона для пробы из трёх видов с численностью 50, 30 и 20 экз.; сделать вывод.

3. Задание для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ: на участке реки ниже сброса сточных вод в бентосе преобладают олигохеты, поденки отсутствуют; оценить состояние реки и предложить меры по его улучшению.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ
ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

1. Общие положения

Оценивание результатов освоения дисциплины осуществляется в соответствии с:

— требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»;
— рабочей программой дисциплины (РПД);

— фондом оценочных средств (ФОС).

Оценка направлена на проверку сформированности компетенции ОПК-2 по уровням:

— **ЗНАТЬ** (теоретическая подготовка);
— **УМЕТЬ** (применение знаний при решении профессиональных задач);
— **ВЛАДЕТЬ** (практические навыки и опыт профессиональной деятельности).

1.2. Этапы формирования компетенций

Этап формирования	Контролируемый уровень	Формы контроля
Текущий контроль	ЗНАТЬ	устный опрос, тестирование, коллоквиум
Практический контроль	УМЕТЬ	практические задания, практические работы
Рубежный контроль	УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ	расчётно-графические задания (РГЗ), ситуационные задачи, тестирование
Промежуточная аттестация	интегральный уровень	экзамен

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

2.1. Показатели оценивания

Уровень «ЗНАТЬ»

— полнота и системность знаний о гидробионтах, их сообществах и процессах в водных экосистемах;
— корректность терминологии (планктон, бентос, сапробность, трофность, продукция, эвтрофикация и др.);
— знание нормативной и справочной базы (методики гидробиологических исследований, рыбохозяйственные нормативы);
— понимание причинно-следственных связей между условиями среды и составом сообществ гидробионтов.

Уровень «УМЕТЬ»

— способность определять гидробиологические показатели по результатам наблюдений и анализа проб;
— умение выбирать метод и расчётную схему;
— корректность расчётов и единиц измерения;
— обоснованность выводов о состоянии водного объекта по гидробиологическим данным.

Уровень «ВЛАДЕТЬ»

— самостоятельное выполнение профессионального задания (РГЗ, проект);

— владение методами расчёта гидробиологических показателей, работой с нормативной и справочной документацией;
— навыки обоснования мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов;
— аргументированность выводов и оценка рисков.

2.2. Критерии оценивания

Оценка «отлично»

— знания системные и глубокие;
— расчёты выполнены без ошибок;
— выводы обоснованы;
— продемонстрировано владение методами гидробиологических расчётов.

Оценка «хорошо»

— материал усвоен в полном объёме;
— допущены незначительные неточности;
— расчёты корректны, допущены единичные погрешности;
— выводы логичны.

Оценка «удовлетворительно»

— знания фрагментарны;
— имеются ошибки в расчётах;
— выводы недостаточно обоснованы;
— частичное владение методами.

Оценка «неудовлетворительно»

— отсутствует понимание ключевых понятий;
— допущены грубые ошибки в расчётах;
— не выбран метод решения задачи;
— отсутствуют выводы.

3. Описание шкал оценивания

3.1. Традиционная шкала

Баллы	Оценка
86–100	отлично
71–85	хорошо
56–70	удовлетворительно
менее 56	неудовлетворительно

4. Шкала оценивания практических заданий

(рубежный контроль — уровень «УМЕТЬ»). Максимальный балл — 100.

Критерии	Баллы

Критерии	Баллы
Понимание условия и выбор метода	0–20
Правильность выполнения и расчётов	0–30
Полнота и последовательность	0–20
Интерпретация результата	0–20
Оформление и вывод	0–10

Интерпретация:

- 86–100 баллов — высокий уровень сформированности умений;
- 71–85 — достаточный уровень;
- 56–70 — пороговый уровень;
- менее 56 — уровень не сформирован.

5. Шкала оценивания расчётно-графических заданий (РГЗ)

(рубежный контроль — уровни «УМЕТЬ» и «ВЛАДЕТЬ»). Максимальный балл — 100.

Критерии	Баллы
Правильность выбора расчётной схемы и исходных данных	0–20
Полнота и правильность расчётов	0–30
Использование нормативной и справочной документации	0–15
Графическое представление результатов	0–15
Интерпретация результатов и выводы	0–20

Дополнительные требования:

- обязательное обоснование принятых допущений;
- ссылки на нормативные документы и источники данных;
- корректное оформление формул, таблиц и схем.

6. Порядок проведения промежуточного контроля

- Студент получает индивидуальное задание (вариант исходных данных).
- Выполняет расчётно-графическую работу в установленный срок.
- Представляет работу на защиту.
- **Защита включает:**
  - пояснение алгоритма расчёта;
  - обоснование выбора метода и принятых допущений;
  - ответы на вопросы преподавателя.

Итоговая оценка формируется как сумма баллов за письменную работу и защиту.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ УСТНОГО ОПРОСА (текущий контроль и экзамен — уровень «ЗНАТЬ»)

При оценке устных ответов на проверку уровня обученности ЗНАТЬ учитываются следующие критерии:

1. Знание основных понятий, свойств и закономерностей предметной области; глубина и полнота раскрытия вопроса.
2. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.
3. Умение объяснять сущность явлений и процессов (фотосинтез, эвтрофикация, самоочищение, трофические связи, сукцессия), делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение отвечать на поставленные вопросы.

Отметкой (16–20 баллов) оценивается ответ, который показывает прочные знания основных понятий, жизни гидробионтов и закономерностей водных экосистем; логичность и последовательность ответа.

Отметкой (10–15 баллов) оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных понятий и закономерностей, логичность и последовательность ответа; допускаются одна-две неточности.

Отметкой (5–9 баллов) оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании материала; допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Отметкой (1–4 балла) оценивается ответ, обнаруживающий незнание основных понятий и закономерностей, неумение давать аргументированные ответы, слабое владение монологической речью, отсутствие логичности и последовательности; допускаются серьёзные ошибки в содержании ответа.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ И РАБОТ (текущий контроль — «УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ»)

Отметкой (8–10 баллов) оценивается работа, в которой студент самостоятельно и правильно выполнил расчёт или обработку пробы, обосновал выбор метода и исходных данных, сделал обоснованный вывод; демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.

Отметкой (4–7 баллов) оценивается работа, в которой студент в целом справился с заданием, но допустил неточности в расчётах, оформлении или обосновании. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.

Отметкой (1–3 балла) оценивается работа, в которой студент демонстрирует частичное или небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

Отметкой (0 баллов) оценивается работа, в которой студент демонстрирует непонимание проблемы или ответ отсутствует.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

Доля правильных ответов	Оценка
86–100 %	отлично
71–85 %	хорошо
56–70 %	удовлетворительно
менее 56 %	неудовлетворительно

Баллы за тест выставляются пропорционально доле правильных ответов в пределах диапазона «мин–макс» соответствующего рубежного контроля.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТА

«85–100 %»

- глубокое и прочное усвоение материала темы или раздела;
- полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы;
- демонстрация знаний в объёме пройденной программы и дополнительно рекомендованной литературы;
- воспроизведение учебного материала с требуемой степенью точности.

«75–84 %»

- наличие несущественных ошибок, уверенно исправляемых обучающимся после дополнительных и наводящих вопросов;
- демонстрация знаний в объёме пройденной программы;
- чёткое изложение учебного материала.

«60–74 %»

- наличие несущественных ошибок в ответе, не исправляемых обучающимся;
- демонстрация недостаточно полных знаний по пройденной программе;
- неструктурированное, нестройное изложение учебного материала при ответе.

«менее 60 %»

- незнание материала темы или раздела;
- при ответе возникают серьёзные ошибки.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

1. Общие положения

Дисциплина «Гидробиология рек и водоёмов» направлена на формирование у обучающихся знаний о гидробионтах, их сообществах и закономерностях жизни водных экосистем, а также навыков количественной оценки состояния рек, озёр и водохранилищ по гидробиологическим показателям при решении задач охраны и рационального использования водных ресурсов.

Освоение дисциплины предполагает:

- изучение экологических групп гидробионтов, экосистем рек, озёр и водохранилищ;
- освоение методов отбора и обработки гидробиологических проб;
- выполнение практических и расчётно-графических заданий;
- анализ состояния водных объектов по данным наблюдений и мониторинга;
- самостоятельную аналитическую работу.

2. Рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося (44 часа) включает:

- изучение лекционного материала;
- подготовку к практическим занятиям, оформление результатов;
- проработку справочной и нормативной литературы;
- выполнение расчётно-графических заданий;
- подготовку реферата или проекта;
- подготовку к промежуточной аттестации.

Рекомендуется:

- вести конспект с выделением ключевых определений, формул и схем;
- формировать глоссарий терминов (планктон, бентос, сапробность, трофность, продукция, эвтрофикация и др.);
- повторять расчётные алгоритмы на типовых примерах из приложения № 1;
- использовать определители гидробионтов и данные наблюдений за водными объектами Кыргызстана.

3. Методические указания по подготовке к текущему контролю (уровень «ЗНАТЬ»)

При подготовке к опросам и тестированию необходимо:

— знать определения основных понятий гидробиологии и экологические группы гидробионтов;
— уметь объяснять механизмы процессов (фотосинтез, эвтрофикация, самоочищение, сукцессия);
— помнить характерные индикаторные организмы и числовые показатели (индексы, нормативы);
— ориентироваться в единицах измерения (кл/л, экз/м², мг/л, г/м²).

Ответ должен быть:

— логичным;
— структурированным;
— с использованием профессиональной терминологии.

4. Методические указания по работе с гидробиологическими пробами

При отборе и обработке проб обучающийся должен:

— соблюдать правила техники безопасности при работе на водном объекте и в лаборатории;
— фиксировать место, дату, глубину отбора, температуру воды и условия отбора в полевом журнале;
— использовать чистую посуду и соответствующие приборы (батометр, планктонная сеть, дночерпатель);
— правильно фиксировать и маркировать пробы, соблюдать сроки хранения;
— вести подсчёт организмов в нескольких повторностях и оформлять протокол обработки.

5. Методические указания по выполнению практических заданий (уровень «УМЕТЬ»)

При выполнении практических заданий обучающийся должен:

— проанализировать исходные данные и условия отбора проб;
— записать расчётные формулы и пояснить обозначения;
— перевести величины в единые единицы измерения;
— выполнить расчёт и проверить результат (порядок величин, сравнение с типичными значениями);
— сделать вывод о физическом смысле результата.

Особое внимание следует уделять:

— корректности единиц измерения (кл/л, экз/м³, экз/м², мг/л, г/м²);
— пересчёту численности и биомассы на единицу объёма или площади;
— физическому и экологическому смыслу результата;
— логичности выводов.

6. Методические указания по выполнению расчётно-графических заданий (уровни «УМЕТЬ» и «ВЛАДЕТЬ»)

Расчётно-графическое задание (РГЗ) включает:

- постановку задачи и характеристику объекта;
- выбор метода расчёта;
- выполнение расчётов на основе исходных данных;
- построение графиков и диаграмм (динамика численности, структура сообществ, профили кислорода);
- интерпретацию результатов.

Требования к структуре РГЗ:

- титульный лист;
- исходные данные;
- теоретическое обоснование метода;
- расчётная часть;
- графическая часть;
- выводы;
- список использованных источников.

При защите РГЗ необходимо:

- пояснить алгоритм решения;
- обосновать принятые допущения;
- ответить на вопросы преподавателя;
- аргументировать выводы.

7. Рекомендации по подготовке к экзамену

Подготовка включает:

- повторение ключевых тем по всем модулям;
- систематизацию формул и соотношений (приложение № 1);
- повторение протоколов практических работ;
- проработку типовых ситуационных задач.

8. Типичные ошибки обучающихся

- путаница между численностью и биомассой;
- путаница между валовой и чистой продукцией;
- неверный пересчёт на единицу объёма или площади (мл и л, $см^2$ и $м^2$);
- использование натурального логарифма вместо десятичного (и наоборот) в индексах;
- выводы о качестве воды по единичным видам без учёта состава сообщества;

— формальные выводы без анализа причинно-следственных связей.

9. Рекомендации по повышению качества подготовки

Для формирования профессиональных компетенций рекомендуется:

— использовать определители гидробионтов, справочные и нормативные базы, компоненты пакета Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) для расчётов и оформления;

— изучать опыт гидробиологического мониторинга рек, озёр и водохранилищ;

— анализировать реальные ряды наблюдений за численностью, биомассой и индексами;

— работать с современными научными публикациями и методическими руководствами.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ И КЛЮЧ К ТЕСТАМ

Основные расчётные формулы и примеры решения типовых заданий из блока А. Расшифровка условных обозначений приведена после формул каждого раздела.

1. Количественный учёт гидробионтов

— Численность планктона в 1 л: $N = (n / v)\cdot(V_к / V)$.

— Биомасса планктона: $B = \Sigma\, N_i \cdot w_i$.

— Численность бентоса на 1 м²: $N = n / (m \cdot S)$; биомасса: $B = N \cdot w$.

Обозначения:

— **N** — численность: клеток в 1 л (кл/л) или экземпляров на 1 м³ (1 м²);

— **n** — число подсчитанных клеток (экземпляров);

— **v** — объём камеры счёта, мл;

— **Vк** — объём концентрата пробы, мл;

— **V** — объём профильтрованной воды, л;

— **B** — биомасса (мг/м³, г/м²);

— **Ni** — численность i-й группы (вида);

— **wi** — средняя масса особи i-й группы, мг (г);

— **m** — число повторностей (взятых проб дночерпателем);

— **S** — площадь захвата дночерпателя, м²;

— **w** — средняя масса одной особи, г;

— **Σ** — знак суммирования.

Пример 1. n = 120 клеток в v = 0,1 мл; Vк = 20 мл; V = 5 л. Решение: $N = (120 / 0{,}1)\cdot(20 / 5) = 1200 \cdot 4 = 4800$ кл/л.

Пример 2. N = 200 экз/м³, w = 0,3 мг. Решение: $B = 200 \cdot 0{,}3 = 60$ мг/м³.

Пример 3. n = 60 экз., m = 4, S = 0,025 м², w = 0,02 г. Решение: $N = 60 / (4 \cdot 0{,}025) = 600$ экз/м²; $B = 600 \cdot 0{,}02 = 12$ г/м².

2. Индексы разнообразия и сапробности

— Индекс Шеннона: $H = -\Sigma\, p_i \cdot \ln p_i$, где $p_i = n_i / N$.

— Выравненность: $E = H / \ln S$.

— Индекс сапробности Пантле – Букка: $S = \Sigma\,(s_i \cdot h_i) / \Sigma\, h_i$.

Обозначения:

— **H** — индекс разнообразия Шеннона, нат (чем больше, тем выше разнообразие);

— **pi** — доля i-го вида в общей численности;
— **ni** — численность i-го вида, экз.;
— **N** — общая численность всех видов, экз.;
— **ln** — натуральный логарифм;
— **E** — выравненность (от 0 до 1);
— **S (под логарифмом)** — число видов в пробе;
— **S (индекс сапробности)** — индекс сапробности пробы;
— **si** — индикаторная значимость (сапробная валентность) вида: от 1 (олигосапробный) до 4 (полисапробный);
— **hi** — относительное обилие (частота встречаемости) вида в пробе, баллы.

Классы качества по индексу сапробности (учебная шкала): 1,0–1,5 — олигосапробная зона (чистая вода); 1,5–2,5 — β-мезосапробная (умеренно загрязнённая); 2,5–3,5 — α-мезосапробная (загрязнённая); 3,5–4,0 — полисапробная (грязная).

Пример 4. В пробе три вида: n = 50, 30, 20 экз. Решение: p = 0,5; 0,3; 0,2. H = −(0,5·ln 0,5 + 0,3·ln 0,3 + 0,2·ln 0,2) = 0,347 + 0,361 + 0,322 ≈ 1,03; E = 1,03 / ln 3 = 1,03 / 1,10 ≈ 0,94 — разнообразие умеренное, сообщество достаточно выровнено.

Пример 5. s = 1, h = 3; s = 2, h = 5; s = 3, h = 1. Решение: S = (1·3 + 2·5 + 3·1) / (3 + 5 + 1) = 16 / 9 ≈ 1,78 — β-мезосапробная зона, вода умеренно загрязнена.

3. Кислородный режим и продукция

— Степень насыщения воды кислородом: X = C / Снас·100 %.
— Метод склянок (за время экспозиции t): чистая продукция A = (Осв − Оисх) / t; деструкция R = (Оисх − Отем) / t; валовая продукция P = A + R = (Осв − Отем) / t.
— Перевод кислорода в углерод: C = 0,375·O_2.
— Биохимическое потребление кислорода: $БПК_5 = O_1 − O_5$.

Обозначения:

— **X** — степень насыщения воды кислородом, %;
— **C** — фактическая концентрация растворённого кислорода, мг/л;
— **Снас** — концентрация насыщения при данной температуре, мг/л (при 20 °C ≈ 9,1);
— **Оисх** — исходное содержание кислорода в пробе, мг/л;
— **Осв, Отем** — содержание кислорода в светлой и тёмной склянках после экспозиции, мг/л;
— **t** — время экспозиции, сут;
— **A, R, P** — чистая продукция, деструкция (дыхание) и валовая продукция, мг O_2/(л·сут);

— **0,375** — отношение атомной массы углерода к молекулярной массе кислорода (12/32);
— **O_1, O_5** — содержание кислорода в пробе в начале опыта и через 5 суток, мг/л;
— **$БПК_5$** — биохимическое потребление кислорода за 5 суток, мг O_2/л.

Пример 6. Оисх = 8,0; Осв = 10,0; Отем = 6,5 мг/л; t = 1 сут. Решение: A = 2,0; R = 1,5; P = 3,5 мг O_2/(л·сут); P/R = 3,5 / 1,5 ≈ 2,3 (> 1 — продукция преобладает над деструкцией); в углероде P = 0,375·3,5 ≈ 1,3 мг C/(л·сут).

Пример 7. C = 6,4 мг/л; Снас = 9,1 мг/л. Решение: X = 6,4 / 9,1·100 ≈ 70 % — кислородный режим удовлетворительный, дефицит умеренный.

Пример 8. O_1 = 8,2 мг/л; O_5 = 5,4 мг/л. Решение: $БПК_5$ = 8,2 − 5,4 = 2,8 мг/л — превышает типичный рыбохозяйственный норматив (около 2 мг/л), вода загрязнена органическими веществами.

4. Трофическое состояние водоёма

— Индекс Карлсона по прозрачности: TSI(SD) = 60 − 14,41·ln SD.
— Индекс Карлсона по хлорофиллу: TSI(Chl) = 9,81·ln Chl + 30,6.

Обозначения:

— **TSI** — индекс трофического состояния (безразмерный);
— **SD** — прозрачность воды по диску Секки, м;
— **Chl** — концентрация хлорофилла a, мкг/л;
— **ln** — натуральный логарифм.

Интерпретация (учебная): TSI < 40 — олиготрофный водоём; 40–50 — мезотрофный; 50–70 — эвтрофный; > 70 — гиперэвтрофный.

Пример 9. SD = 2 м. Решение: TSI = 60 − 14,41·ln 2 = 60 − 14,41·0,693 ≈ 50 — граница мезотрофного и эвтрофного состояния.

Пример 10. Chl = 10 мкг/л. Решение: TSI = 9,81·ln 10 + 30,6 = 9,81·2,303 + 30,6 ≈ 53 — эвтрофный водоём.

5. Рост популяций, продукция и численность рыб

— Экспоненциальный рост: Nt = N_0·e^(r·t); удельная скорость роста r = ln(Nt / N_0) / t; время удвоения td = ln 2 / r.
— Годовая продукция: P = B·(P/B).
— Численность популяции рыб (метод Линкольна – Петерсена): N = M·C / R.

Обозначения:

- **N_0, Nt** — численность в начальный момент и через время t, кл/мл (экз.);
- **r** — удельная скорость роста, $сут^{-1}$;
- **t** — время, сут;
- **e** — основание натуральных логарифмов (≈ 2,718);
- **td** — время удвоения численности, сут;
- **P** — продукция за год, г/м² (кг/га);
- **B** — средняя биомасса, г/м²;
- **P/B** — продукционный коэффициент ($год^{-1}$);
- **N (рыбы)** — оценка численности популяции, экз.;
- **M** — число помеченных и выпущенных рыб, экз.;
- **C** — число рыб во втором отлове, экз.;
- **R** — число помеченных рыб во втором отлове, экз.

Пример 11. N_0 = 1000 кл/мл; Nt = 8000 кл/мл; t = 3 сут. Решение: r = ln 8 / 3 = 2,079 / 3 ≈ 0,69 $сут^{-1}$; td = 0,693 / 0,69 ≈ 1 сут.

Пример 12. B = 12 г/м²; P/B = 3. Решение: P = 12·3 = 36 г/м² в год.

Пример 13. M = 200; C = 150; R = 10. Решение: N = 200·150 / 10 = 3000 экз.

Пример 14. Площадь 500 га; рыбопродуктивность 80 кг/га; изъятие 30 %. Решение: продукция 500·80 = 40 000 кг; допустимый вылов 40 000·0,3 = 12 000 кг (12 т) в год.

6. Разбавление и самоочищение

- Концентрация после смешения: Ссм = (Сф·Q + Сст·q) / (Q + q).
- Самоочищение (убывание органического вещества): Ct = C_0·e^(−k·t).

Обозначения:

- **Ссм** — концентрация вещества после полного смешения, мг/л;
- **Сф** — фоновая концентрация в реке выше сброса, мг/л;
- **Сст** — концентрация в сточных водах, мг/л;
- **Q** — расход воды в реке, $м^3/с$;
- **q** — расход сточных вод, $м^3/с$;
- **C_0, Ct** — начальная концентрация и концентрация через время t, мг/л;
- **k** — константа самоочищения, $сут^{-1}$;
- **t** — время, сут.

Пример 15. Q = 10 $м^3/с$; Сф = 0,5 мг/л; q = 0,5 $м^3/с$; Сст = 20 мг/л. Решение: Ссм = (0,5·10 + 20·0,5) / (10 + 0,5) = 15 / 10,5 ≈ 1,43 мг/л.

Пример 16. C_0 = 10 мг/л; k = 0,2 $сут^{-1}$; t = 5 сут. Решение: Ct = 10·e^{-1} ≈ 3,7 мг/л.

Пример 17. Индекс Шеннона выше сброса 2,4; ниже сброса 1,1. Решение: разнообразие снизилось более чем вдвое — сброс заметно ухудшил состояние сообщества; требуется очистка стоков и мониторинг.

Примечание. Значения констант, шкал и нормативов приведены для учебных целей; при выполнении реальных расчётов необходимо использовать действующие методики и рыбохозяйственные нормативы.

7. Ключ к тестовым заданиям блока B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	A	C	B	A	C	B	A	C	B
11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
A	C	A	B	C	B	A	C	B	A
21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
B	C	A	C	B	A	C	B	A	B