

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»)**

ИНСТИТУТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОИНЖЕНЕРИИ

УТВЕРЖДЕНА
протоколом заседания
методической комиссии
института
№ 2 от «14» мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Современная пресноводная аквакультура»

Направление подготовки / специальность	36.03.02. «Зоотехния»
Направленность(и) (профиль(и))	«Практическая иппология»
Уровень образовательной программы	Бакалавриат
Форма(ы) обучения	Очная
Трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	2
Трудоемкость дисциплины, час.	72

Разработчик:

Доцент кафедры зооинженерии

Колганов А.Е.

(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой зооинженерии

Колганов А.Е.

(подпись)

Иваново 2026

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цель дисциплины «Современная пресноводная аквакультура» заключается в формировании у обучающихся системы фундаментальных знаний и прикладных профессиональных компетенций в области биологических основ, современных технологий воспроизводства, выращивания и эксплуатации пресноводных объектов аквакультуры, направленных на обеспечение биологической безопасности, экономической эффективности и экологической устойчивости рыбохозяйственных предприятий.

Задачи: Биологические и экологические основы: изучение биологических, физиологических и этологических особенностей пресноводных объектов аквакультуры (рыб, ракообразных, моллюсков), а также требований к гидрохимическому режиму среды их обитания. Технология воспроизводства и выращивания: освоение современных методов получения посадочного материала (инкубация икры, личиночное и мальковое выращивание) и технологий товарного производства в прудовых, садковых и индустриальных системах (в т.ч. УЗВ). Кормление и нутритивная поддержка: формирование навыков разработки научно обоснованных рационов, расчета кормовых коэффициентов и применения современных методов кормления для максимизации темпов роста и качества продукции. Здоровье, биобезопасность и welfare: анализ методов профилактики и контроля заболеваний гидробионтов, обеспечения биобезопасности предприятий и соблюдения принципов благополучия животных (welfare) в условиях интенсивного рыбоводства. Инженерное обеспечение и контроль среды: изучение принципов работы современного технологического оборудования (системы водоподготовки, аэрации, фильтрации, оксигенации) и методов ежедневного мониторинга качества воды. Организация и экономика производства: анализ нормативно-правовой базы аквакультуры в РФ, методов расчета экономической эффективности, рентабельности и организации рыбохозяйственных предприятий различных форм собственности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным

планом дисциплина

относится к

Части, формируемой участниками образовательных отношений

Статус дисциплины

факультатив

Обеспечивающие
(предшествующие)
дисциплины, практики

Биотехника воспроизводства с основами акушерства, разведение животных, кормление животных, зоогигиена, научные основы полноценного кормления высокопродуктивных животных, скотоводство, свиноводство, овцеводство и козоводство, коневодство, птицеводство, кролиководство и звероводство, направленное выращивание ремонтного молодняка, научные основы кормления высокопродуктивных животных,

Обеспечиваемые
(последующие)
дисциплины, практики

ГИА

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) (ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ)

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Номер(а) раздела(ов) дисциплины (модуля), отвечающего(их) за формирование данного(ых) индикатора(ов) достижения компетенции
ПК-8 Способен к совершенствованию, использованию выведенных и сохраняемых пород, типов, линий животных; оформлению и представлению документации по результатам селекционно-племенной работы с животными	ИД-1ПК8 Знать Методы совершенствованию, использования выведенных и сохраняемых пород, типов, линий животных; оформлению и представлению документации по результатам селекционно-племенной работы с животными ИД-2 ПК8 Уметь: Использовать выведенных и сохраняемых пород, типов, линий животных; оформлению и представлению документации по результатам селекционно-племенной работы с животными ИД-3 ПК8 Владеть: Способностью к совершенствованию, использованию выведенных и сохраняемых пород, типов, линий животных; оформлению и представлению документации по результатам селекционно-племенной работы с животными	все разделы
ПК-10 Способен владеть методами селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных	ИД-1ПК10 Знать: Методы селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных ИД-2 ПК10 Уметь применять методы селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных ИД-3 ПК10 Владеть: Способностью владеть методами селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных	все разделы

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Содержание дисциплины (модуля)

4.1.1. Очная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоёмкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практическое (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
1.	Биологические основы и объекты аквакультуры						
1.1	Объекты пресноводной аквакультуры: ихтиофауна, ракообразные, моллюски. Биологические, физиологические и этологические особенности. Гидрохимический режим водоёмов и рыбоводных систем: кислород, рН, азотистые соединения, температура. Нормативные требования.	2	2	-	4	УО, Т	Лекция-визуализация; Сравнительный анализ биологии объектов аквакультуры
1.2	Технология воспроизводства и выращивания	2	2	-	4	УО, ПР	Анализ проб воды; Интерпретация гидрохимических показателей
2.	Технология воспроизводства и выращивания						
2.1	Технологии получения посадочного материала: инкубация икры, личиночное и мальковое выращивание, методы стимуляции созревания. Прудовая, садковая и индустриальная аквакультура: технологии товарного	2	2	-	4	УО, ПР	Видеоанализ процессов инкубации; Расчет выхода личинок
2.2	технологии товарного	2	2	-	4	УО, ПР, 3	Кейс-стади: проектирование прудового хозяйства; Расчет рыбопродуктивности

№	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоёмкость, час.				Контроль	Применяемые
	выращивания, плотность посадки, мелиоративные мероприятия.						
3.	Основы кормления объектов аквакультуры:	Кормление и нутритивная поддержка					Расчет
3.1	потребности в протеине, липидах, углеводах, витаминах и минералах. Технологии и методы кормления:	2	2	-	4	УО, Т	питательности кормов; Анализ состава современных комбикормов
3.2	автоматические кормушки, расчет кормового коэффициента (FCR), контроль потребления корма.	2	2	-	4	УО, ПР	Расчет суточной дачи корма; Анализ эффективности кормления
4.	Основные незаразные и инфекционные заболевания гидробионтов:	Здоровье, биобезопасность и современные системы					Разбор
4.1	профилактика, диагностика, методы лечения. Ветеринарный контроль. Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ): принципы работы,	2	2	-	4	УО, ПР	клинических случаев; Анализ ветеринарных отчетов
4.2	технологическое оборудование, контроль среды, биофильтрация, оксигенация.	2	2	-	4	УО, ПР, 3	Проектирование схемы УЗВ; Расчет мощности оборудования
5.		Организация, экономика и нормативное регулирование					

№	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоёмкость, час.				Контроль	Применяемые
	Нормативно-правовая база аквакультуры в РФ: ФЗ № 148,						Анализ законодательных актов; Работа с бланками разрешительной документации
5.1	рыбоводные участки, разрешение на добычу, отчетность. Организация и экономика рыбохозяйственных предприятий:	2	2	-	4	УО, Т	
5.2	бизнес-модели, расчет себестоимости, рентабельности, маркетинг продукции.	2	2	-	4	УО, З	Проектная работа: разработка бизнес-плана предприятия аквакультуры
	Итого:	20	20	-	32		
Форма контроля:							
Зачет (З)							

УО – устный опрос, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, КЗ – кейс-задача, ПР – практическая работа, З – зачет, Э – экзамен.

4.2.1. Очная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.
Лекции							20	
Лабораторные								
Практические							20	
Итого контактной работы							40	
Самостоятельная работа							32	
Форма контроля							3	

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1. История, современное состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры в России и мире.
2. Классификация объектов пресноводной аквакультуры: ценные виды рыб (лососёвые, осетровые, карповые, сиговые), ракообразные, моллюски.

3. Биологические и физиологические особенности основных объектов аквакультуры: рост, развитие, размножение.
4. Этология рыб в условиях интенсивного выращивания: стайное поведение, иерархия, стресс-реакции.
5. Гидрохимический режим рыбоводных систем: растворённый кислород, pH, жёсткость, минерализация.
6. Азотный цикл в аквакультуре: аммиак, нитриты, нитраты, механизмы биологической фильтрации.
7. Температурный режим и его влияние на метаболизм, рост и воспроизводство гидробионтов.
8. Методы гидрохимического контроля и мониторинга качества воды в прудовых и промышленных системах.
9. Технология получения половых продуктов у производителей: отбор, стимуляция созревания, гормональная индукция.
10. Искусственное оплодотворение икры: методы (сухой, мокрый, полусухой), активация спермы, условия проведения.
11. Инкубация икры: типы инкубационных аппаратов (Вейса, ОКБ, лотки), контроль среды, учёт эмбрионального развития.
12. Личиночное выращивание: стартовые корма, период перехода на экзогенное питание, методы выкормки.
13. Мальковое и сеголетковое выращивание: плотность посадки, сортировка, профилактика каннибализма.
14. Прудовая аквакультура: классификация прудов, мелиоративные мероприятия, поликультура, рыбопродуктивность.
15. Садковая аквакультура: типы садков, выбор водоёмов, плотность посадки, экологические риски.
16. Бассейновая и канальная аквакультура: технологии, преимущества, объекты выращивания.
17. Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ): принципы работы, компоненты, преимущества и ограничения.
18. Механическая фильтрация в УЗВ: барабанные фильтры, отстойники, гидроциклоны.
19. Биологическая фильтрация: биофильтры, нитрифицирующие бактерии, расчёт мощности, запуск.
20. Системы аэрации и оксигенации: типы аэраторов, расчёт потребности в кислороде, контроль концентрации.
21. УФ-стерилизация и озонирование воды в УЗВ: принципы, дозировки, контроль эффективности.
22. Основы нутрициологии рыб: потребности в протеине, липидах, углеводах, витаминах и минералах.
23. Современные комбикорма для аквакультуры: состав, гранулометрия, плавучесть, стабильность в воде.
24. Расчёт кормового коэффициента (FCR) и его влияние на экономику производства.
25. Технологии и методы кормления: ручные, автоматические кормушки, системы спроса, контроль насыщения.
26. Основные незаразные болезни рыб: газовая эмболия, гипоксия, токсикозы, авитаминозы.
27. Инфекционные и инвазионные болезни гидробионтов: ихтиофтириоз, дактилогирius, сапролегниоз, бактериальные септицемии.
28. Методы профилактики и лечения болезней в аквакультуре: карантин, вакцинация, разрешённые препараты.

29. Биобезопасность рыбоводных предприятий: зонирование, дезинфекция, контроль доступа, ветеринарная отчётность.
30. Концепция благополучия (welfare) рыб в аквакультуре: стресс-индикаторы, гуманные методы уоя и транспортировки.
31. Нормативно-правовая база аквакультуры в РФ: ФЗ № 148, рыбоводные участки, разрешение на добычу (вылов).
32. Ветеринарно-санитарные правила для рыбоводных предприятий: требования к воде, кормам, персоналу.
33. Товарная аквакультура: товарное выращивание карпа, форели, осетра, клариевого сома, тилипии.
34. Племенное дело в аквакультуре: селекция, гибридизация, создание новых пород и гибридов.
35. Генетические и биотехнологические методы в аквакультуре: гинегенез, андрогенез, полиплоидия, трансгенез.
36. Технология выращивания осетровых: получение чёрной икры (аквакультура осетра), товарное мясо.
37. Выращивание ракообразных: пресноводный рак, пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii*).
38. Интегрированные системы аквакультуры: аквапоника (рыба + растения), поликультура, замкнутые экосистемы.
39. Технология биофлок (BFT): принципы, преимущества, управление микробными сообществами.
40. Инженерное обеспечение аквакультуры: насосное оборудование, трубопроводы, системы автоматизации и диспетчеризации.
41. Организация и экономика рыбохозяйственных предприятий: бизнес-модели, расчёт себестоимости, точки безубыточности.
42. Маркетинг и сбыт продукции аквакультуры: каналы реализации, сертификация, брендинг.
43. Зарубежный опыт развития аквакультуры: Норвегия (лосось), Китай (карповые), Израиль (УЗВ), Дания (форель).
44. Экологические аспекты аквакультуры: влияние на водоёмы, утилизация отходов, устойчивое развитие.
45. Перспективные направления аквакультуры: выращивание новых объектов, цифровизация, IoT-мониторинг, искусственный интеллект..

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Основная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Власов, В. А. Рыбоводство : учебное пособие для вузов / В. А. Власов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 352 с. — ISBN 978-5-507-56875-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/521231> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Интересова, Е. А. Пресноводная аквакультура : учебное пособие / Е. А. Интересова. — Томск : ТГУ, 2021. — 128 с. — ISBN 978-5-94621-987-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/202460> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Нечаева, Т. А. Современные технологии в аквакультуре : учебное пособие / Т. А. Нечаева, Н. Б. Рыбалова, С. У. Темирова. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. — 92 с. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162671> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Темирова, С. У. Кормление в аквакультуре : методические указания / С. У. Темирова, Т. А. Нечаева. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2021. — 21 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191356> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Темирова, С. У. Товарное рыбоводство : учебное пособие / С. У. Темирова, Т. А. Нечаева. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2021. — 178 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191440> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

6. Шихшабекова, Б. И. Товарное рыбоводство : учебно-методическое пособие / Б. И. Шихшабекова. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2025. — 55 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/514094> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Мухачев, И. С. Озерное товарное рыбоводство : учебник / И. С. Мухачев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1408-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211097> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Пономарев, С. В. Индустриальное рыбоводство : учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 416 с. — ISBN 978-5-507-54655-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/509979> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Вильвер, М. С. Индустриальное рыбоводство : учебное пособие / М. С. Вильвер, Д. С. Вильвер, С. М. Ермолов. — Челябинск : ЮУрГАУ, 2017. — 84 с. — ISBN 978-5-88156-781-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/363896> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.3. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Научная электронная библиотека e-library.ru / <http://e-library.ru>.
- 2) Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электронная библиотека / <http://window.edu.ru>

6.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Кормление в аквакультуре : учебное пособие / С. У. Темирова, Н. Б. Рыбалова, Т. А. Нечаева [и др.]. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2024. — 101 с. — ISBN 978-5-85983-490-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/506615> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рыбоводство : учебное пособие / составитель А. С. Давыдова. — пос. Караваяево : КГСХА, 2021. — 87 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/252203> (дата обращения: 11.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.5. Информационные справочные системы, используемые для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.R: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. ЭБС издательства «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/>

6.6. Программное обеспечение, используемое для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)

1. Операционная система типа Windows
2. Интернет-браузеры
3. Microsoft Office, Open Office.

6.7. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

LMS Moodle

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование специальных помещений* и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, а также техническими средствами обучения (в том числе, переносными), служащие для представления учебной информации большой аудитории
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, переносными техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
3.	Помещение для самостоятельной работы	укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

Приложение № 1
к рабочей программе по дисциплине (модулю)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

«Современная пресноводная аквакультура»

1. Перечень компетенций, формируемых на данном этапе

1.1. Очная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	2	3	4
ПК-8 Способен к совершенствованию, использованию выведенных и сохраняемых пород, типов, линий животных; оформлению и представлению документации по результатам селекционно-племенной работы с животными	ИД-1ПК8 Знать Методы совершенствованию, использования выведенных и сохраняемых пород, типов, линий животных; оформлению и представлению документации по результатам селекционно-племенной работы с животными ИД-2 ПК8 Уметь: Использовать выведенных и сохраняемых пород, типов, линий животных; оформлению и представлению документации по результатам селекционно-племенной работы с животными ИД-3 ПК8 Владеть: Способностью к совершенствованию, использованию выведенных и сохраняемых пород, типов, линий животных; оформлению и представлению документации по результатам селекционно-племенной работы с животными	все разделы	Т, КЗ, 3
ПК-10 Способен владеть методами селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных	ИД-1ПК10 Знать: Методы селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных ИД-2 ПК10 Уметь применять методы селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных ИД-3 ПК10 Владеть: Способностью владеть методами селекции, кормления, содержания и использования различных видов животных	все разделы	Т, КЗ, 3

УО – устный опрос, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, КЗ – кейс-задача, Э – экзамен.

2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на данном этапе их формирования

Показатель и	Критерии оценивания*			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		

Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристики сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

* Преподаватель вправе изменить критерии оценивания в соответствии с ФГОС ВО и особенностями ОПОП.

3. Оценочные средства

3.1. Вопросы для подготовки к тестированиям, устным опросам, практическим работам и зачёту

3.1.1. Тестовые задания для текущего контроля

Блок 1. Биологические основы и гидрохимия

Критическим минимальным уровнем растворённого кислорода в воде для большинства пресноводных объектов аквакультуры (карп, форель) считается:

- а) 1,0 мг/л;
- б) 3,0 мг/л;
- в) 5,0 мг/л;

г) 10,0 мг/л.

Наиболее токсичной для рыб формой азотистых соединений в воде является:

а) Нитраты (NO_3^-);

б) Нитриты (NO_2^-);

в) Аммиак (NH_3);

г) Молекулярный азот (N_2).

Оптимальное значение pH воды для выращивания большинства пресноводных рыб находится в диапазоне:

а) 4,5–5,5;

б) 6,5–8,5;

в) 9,5–10,5;

г) 11,0–12,0.

Блок 2. Технология воспроизводства и выращивания

Основным преимуществом Установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) по сравнению с прудовой аквакультурой является:

а) Отсутствие необходимости в кормах;

б) Полный контроль среды, независимость от климата и возможность круглогодичного производства;

в) Более низкая себестоимость продукции;

г) Отсутствие необходимости в биофильтрации.

Поликультура в прудовом хозяйстве — это:

а) Выращивание только одного вида рыб в пруду;

б) Совместное выращивание нескольких видов рыб с разной экологической нишей питания в одном пруду;

в) Последовательное выращивание рыб и ракообразных;

г) Выращивание рыб в садках, установленных в водоёме.

Классическим объектом поликультуры в прудах средней полосы России, выполняющим роль «мелиоратора» (очистителя водоёма от сорной рыбы и остатков корма), является:

а) Карп;

б) Белый амур;

в) Щука или судак;

г) Толстолобик.

Основным аппаратом для инкубации икры лососёвых и осетровых рыб в рыбоводных хозяйствах является:

а) Аппарат Вейса;

б) Чашка Карсона;

в) Лоток Инко;

г) Бассейн с подогретой водой.

Блок 3. Кормление и нутритивная поддержка

Кормовой коэффициент (FCR — Feed Conversion Ratio) рассчитывается как отношение:

а) Прироста биомассы рыбы к массе съеденного корма;

б) Массы съеденного корма к приросту биомассы рыбы;

в) Массы рыбы к объёму воды в бассейне;

г) Количества корма к количеству рыб в бассейне.

Наиболее дефицитным и дорогостоящим компонентом комбикормов для *carnivorous* (хищных) рыб (форель, осётр, сом) является:

а) Углеводы;

б) Клетчатка;

в) Протеин животного происхождения (рыбная мука);

г) Витаминные премиксы.

Оптимальная кратность кормления молоди карпа в прудах при поликультуре составляет:

а) 1 раз в сутки;

- б) 2–3 раза в сутки в определённые часы;
- в) 10–12 раз в сутки непрерывно;
- г) Кормление не применяется — рыба питается только естественной кормовой базой.

Блок 4. Здоровье, биобезопасность и современные системы

Возбудителем наиболее распространённого паразитарного заболевания рыб «ихтиофтириоз» (манная болезнь) является:

- а) Плоский червь (*Dactylogyrus*);
- б) Инфузория *Ichthyophthirius multifiliis*;
- в) Грибок *Saprolegnia*;
- г) Бактерия *Aeromonas hydrophila*.

Основной функцией биофильтра в УЗВ является:

- а) Механическая очистка воды от взвешенных частиц;
- б) Окисление аммиака и нитритов до нитратов нитрифицирующими бактериями;
- в) Насыщение воды кислородом;
- г) Ультрафиолетовая стерилизация воды.

Какое мероприятие является ключевым элементом биобезопасности рыбоводного предприятия?

- а) Свободный доступ посетителей на территорию;
- б) Карантирование вновь поступившей рыбы и дезинфекция оборудования;
- в) Использование одной сети для всех бассейнов;
- г) Сброс отработанной воды напрямую в источник водоснабжения.

Основным стресс-индикатором благополучия (welfare) рыб в условиях интенсивной аквакультуры, измеряемым в крови, является:

- а) Глюкоза и кортизол;
- б) Гемоглобин;
- в) Кальций;
- г) Хлориды.

Блок 5. Организация, экономика и нормативное регулирование

Основным федеральным законом, регулирующим деятельность в сфере аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации, является:

- а) ФЗ № 148 «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты»;
- б) ФЗ № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- в) Водный кодекс РФ;
- г) ФЗ «О ветеринарии».

Разрешение на добычу (вылов) водных биоресурсов на рыбоводном участке выдаётся сроком на:

- а) 1 год;
- б) 5 лет;
- в) 7–25 лет (в зависимости от типа аквакультуры);
- г) Бессрочно.

Наиболее рентабельным объектом товарной аквакультуры в УЗВ для российского рынка, имеющим короткий производственный цикл и высокий спрос, является:

- а) Осётр русский;
- б) Клариевый сом или форель;
- в) Карп;
- г) Щука.

3.1.2. Вопросы для устных опросов по разделам (проблемно-ситуационные)

Раздел 1. Биологические основы и гидрохимия

Кислородный кризис: В прудовом хозяйстве летом в 4 часа утра рыбовод обнаружил, что рыба (карп) поднялась к поверхности воды и заглатывает воздух. Температура воды +26 °С.

Опишите механизм развития гипоксии в данном случае (связь температуры, растворимости кислорода и биохимического потребления). Какие экстренные меры необходимо предпринять в первые 30 минут?

Азотная петля: В бассейне УЗВ с форелью при плановом анализе воды обнаружено: аммиак — 0,02 мг/л, нитриты — 0,8 мг/л, нитраты — 15 мг/л. Рыба стала вялой, отказывается от корма, у неё наблюдается потемнение окраски и «учащённое дыхание». Поставьте предварительный диагноз, объясните патогенез отравления нитритами (метгемоглобинемия) и предложите 3 срочных мероприятия для стабилизации ситуации.

pH-шок: После обильных дождей в садковом хозяйстве на водохранилище pH воды упал с 7,8 до 5,9. Рыба (радужная форель) проявляет признаки беспокойства, усиленно выделяет слизь. Объясните, как закисление воды влияет на осморегуляцию и токсичность алюминия. Какой алгоритм действий рыбовода в данной ситуации?

Раздел 2. Технология воспроизводства и выращивания

4. Поликультура vs монокультура: Хозяйство планирует зарыбить новый спускной пруд площадью 10 га. Обоснуйте, почему в условиях средней полосы России экономически и биологически целесообразнее применять поликультуру (каarp + толстолобик + белый амур + щука) вместо монокультуры карпа. Какую экологическую нишу занимает каждый вид и как это влияет на общую рыбопродуктивность водоёма?

5. Инкубация икры: При закладке икры лосося в аппараты Вейса рыбовод обнаружил, что через 3 дня после оплодотворения около 30% икринок помутнели и покрылись сапролегнией. Назовите 4 наиболее вероятные причины массового отхода (качество воды, температура, механические повреждения, грибок) и предложите профилактические мероприятия на каждом этапе инкубации.

6. Сортировка молоди: В бассейне с молодью клариевого сома (возраст 45 суток) наблюдается резкое расслождение по размерам: часть рыб достигает 50 г, а часть остаётся на уровне 15 г. Объясните это явление с точки зрения этологии и физиологии роста. Почему пропущенная сортировка может привести к каннибализму и каков экономический ущерб от отсутствия регулярной калибровки?

Раздел 3. Кормление и нутритивная поддержка

7. Перекорм и качество воды: В бассейне УЗВ с тилапией рыбовод, стремясь ускорить рост, увеличил суточную дачу корма на 40%. Через неделю в системе резко вырос уровень аммиака, а рыба перестала питаться. Объясните взаимосвязь между количеством несъеденного корма, экскрементами рыб и работой биофильтра. Как рассчитать оптимальную суточную норму кормления с учётом температуры воды и живой массы?

8. Замена рыбной муки: В связи с ростом цен на рыбную муку технолог предложил заменить 30% протеина в рационе форели на растительный (соевый концентрат). Какие антипитательные факторы сои необходимо нейтрализовать? Как эта замена повлияет на профиль аминокислот, усвояемость фосфора и качество товарной продукции (вкус, цвет мяса)?

9. FCR и экономика: Два хозяйства выращивают форель. У хозяйства А $FCR = 1,1$, у хозяйства Б — $FCR = 1,6$. При цене корма 90 руб/кг и цене товарной форели 450 руб/кг рассчитайте разницу в себестоимости 1 кг прироста рыбы. Почему низкий FCR является ключевым показателем эффективности современного рыбоводного предприятия?

Раздел 4. Здоровье, биобезопасность и современные системы

10. Вспышка в УЗВ: В УЗВ на 10 тонн биомассы форели у 5% рыб обнаружены эрозии плавников, кровоизлияния у основания плавников и апатия. Бактериологический посев выявил *Aeromonas salmonicida*. Опишите алгоритм действий: изоляция больных, применение разрешённых антибиотиков или бактериофагов, усиление аэрации, снижение плотности посадки. Какие меры биобезопасности необходимо ввести для предотвращения повторной вспышки?

11. Отказ биофильтра: Из-за отключения электроэнергии на 6 часов в УЗВ погибла большая часть нитрифицирующих бактерий в биофильтре. После включения системы аммиак в воде

вырос до 1,5 мг/л. Опишите технологию повторного запуска биофильтра: внесение бактериальных культур, снижение кормовой нагрузки, контроль параметров. Сколько времени займёт восстановление полной нитрификации?

12. Welfare рыб: При транспортировке товарного карпа на 200 км в живой машине в летний период погибло 15% рыбы. При анализе выявлено: высокая плотность посадки, отсутствие аэрации, резкий перепад температуры при загрузке. Разработайте протокол гуманной и безопасной транспортировки живой рыбы с расчётом плотности посадки, температурного режима и применения седативных препаратов (гвоздичное масло, MS-222).

Раздел 5. Организация, экономика и нормативное регулирование

13. Выбор бизнес-модели: Инвестор располагает участком 0,5 га в пригороде с доступом к артезианской скважине (дебит 50 м³/час, температура воды +12 °С) и бюджетом 15 млн рублей. Обоснуйте выбор между тремя моделями: (а) прудовое хозяйство по выращиванию карпа; (б) садковое хозяйство на ближайшем водохранилище; (в) УЗВ для выращивания форели или клариевого сома. Какие нормативные документы (ФЗ № 148, ветеринарные правила) необходимо учесть?

14. Рыбоводный участок: Фермер хочет получить право на добычу (вылов) водных биоресурсов для организации пастбищной аквакультуры на участке озера площадью 50 га. Опишите процедуру получения рыбоводного участка: участие в аукционе, заключение договора, разработка рыбоводно-биологического обоснования (РБО), ежегодная отчётность перед Росрыболовством.

15. Сертификация и сбыт: Хозяйство планирует продавать охлаждённую форель в сетевые магазины. Какие документы (ветеринарное сопровождение ФГИС «Меркурий», декларация соответствия ТР ТС, подтверждение происхождения) необходимо оформить? Почему наличие сертификата ASC (Aquaculture Stewardship Council) может повысить цену продукции на 15–20%?

3.1.3. Практические кейсовые задачи для зачёта

Кейс 1. Расчёт рыбопродуктивности пруда

Условие: Прудовое хозяйство имеет систему из 5 нагульных прудов общей площадью 25 га. Средняя глубина — 1,2 м. Естественная рыбопродуктивность водоёмов — 150 кг/га.

Применяется поликультура: карп (70%), толстолобик белый (20%), щука (10%). Планируется дополнительное кормление карпа зерносмесью с планируемым коэффициентом охвата 40% от площади пруда и дополнительной продуктивностью 800 кг/га на кормимой площади.

Задание:

Рассчитайте общую плановую рыбопродуктивность системы (валовой сбор) с учётом естественной и дополнительной продуктивности.

Определите массу посадки каждого вида молоди (с учётом нормативного выхода при зимовке: карп — 85%, толстолобик — 80%, щука — 50%).

Рассчитайте необходимое количество корма (при FCR = 3,5 для зерносмеси) и его стоимость, если цена корма — 18 руб/кг.

Кейс 2. Анализ гидрохимии и работа биофильтра

Условие: В УЗВ для выращивания клариевого сома (биомасса 2000 кг) в течение суток перестала работать механическая фильтрация (барабанный фильтр). В результате взвешенные вещества попали в биофильтр и забили его. Утром показатели воды: аммиак — 0,05 мг/л, нитриты — 2,5 мг/л, нитраты — 5 мг/л, растворённый кислород — 4,0 мг/л. Рыба проявляет признаки беспокойства, жабры тёмно-вишнёвого цвета.

Задание:

Поставьте диагноз состояния воды и рыбы. Объясните биохимический механизм отравления нитритами (конкуренция с хлоридами на жабрах).

Рассчитайте срочные мероприятия: внесение хлорида натрия (до какой концентрации?), усиление аэрации, подмена воды (какой объём в %?).

Разработайте план восстановления биофильтра на ближайшие 7 дней: промывка, внесение бактериальных культур (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*), снижение кормовой нагрузки, ежедневный мониторинг.

Кейс 3. Расчёт кормового рациона и FCR

Условие: В бассейне УЗВ содержится 1000 кг радужной форели средней массой 300 г. Температура воды — 14 °С. Согласно таблицам кормления (например, компании Biomar), при данной температуре и массе суточная норма кормления составляет 1,1% от биомассы. Корм содержит 45% сырого протеина и 22% сырого жира. За месяц рыба потребила 4200 кг корма и увеличила биомассу на 3000 кг.

Задание:

Рассчитайте фактический кормовой коэффициент (FCR) за месяц.

Оцените, является ли данный FCR хорошим для товарной форели (норма 1,0–1,3). Если нет, назовите 3 возможные причины завышения FCR (качество корма, потери при кормлении, болезни, стресс).

Рассчитайте, сколько кг протеина и жира потребилось рыбе за месяц и какова была стоимость кормовых затрат при цене корма 95 руб/кг.

Кейс 4. Проектирование УЗВ для осетровых

Условие: Инвестор планирует построить УЗВ для товарного выращивания осетра русского с целью получения мяса. Целевая биомасса — 10 тонн. Производственный цикл — 18 месяцев до массы 1,2 кг. Вода — артезианская, температура +18 °С.

Задание:

Рассчитайте необходимый объём воды в системе (при плотности посадки 50 кг/м³ и подмене 10% в сутки).

Подберите основное технологическое оборудование: барабанный фильтр (производительность), биофильтр (объём загрузки), кислородный конус или аэраторы, УФ-стерилизатор.

Оцените капитальные затраты (ориентировочно) и рассчитайте точку безубыточности при цене корма 110 руб/кг, FCR = 1,4, цене товарного осетра 600 руб/кг и стоимости молоди 50 руб/шт.

Кейс 5. Вспышка заболевания в садковом хозяйстве

Условие: В садковом хозяйстве на водохранилище (10 садков по 50 м³, в каждом — 3 тонны радужной форели) в одном садке выявлена массовая гибель рыбы. Симптомы: пучеглазие, водянка брюшка, кровоизлияния у основания плавников, эрозии на коже. Подозрение на вирус геморрагической септицемии (VHS) или бактериальную инфекцию (*Yersinia ruckeri*).

Задание:

Опишите экстренные меры биобезопасности: изоляция садка, дезинфекция инвентаря, ограничение доступа, отбор проб для ПЦР и бактериологии.

Если диагноз подтвердится как бактериальный, какие препараты разрешены к применению в РФ (с учётом сроков вывода антибиотиков из тканей)? Как организовать лечебное кормление?

Рассчитайте экономический ущерб от падежа 10% рыбы в садке и затраты на лечение. Разработайте программу вакцинации молоди для предотвращения вспышек в будущем.

Кейс 6. Организация пастбищной аквакультуры

Условие: КФХ получило в пользование рыбоводный участок — озеро площадью 30 га (средняя глубина 2 м, максимальная — 5 м). Водоём слабопроточный, зимой возможно заморное явление. Хозяйство хочет организовать пастбищную аквакультуру: зарыбление молодью карпа и пеляди с последующим выловом через 2 года.

Задание:

Рассчитайте нормативный объём посадки молоди (при рыбопродуктивности 80 кг/га для карпа и 30 кг/га для пеляди, среднемассе товарной рыбы 1,5 кг и 0,5 кг соответственно).

Разработайте план мелиоративных мероприятий: известкование ложа, борьба с сорной рыбой, подкормка, зимняя аэрация (аэролифты).

Опишите технологию вылова: способы (спускные мероприятия, невода, ловушки), сроки, транспортировка живой рыбы. Какие документы необходимо оформить при вылове (разрешение на добычу, ветеринарные справки)?

Кейс 7. Бизнес-план мини-УЗВ для тепличной аквапоники

Условие: Предприниматель планирует построить мини-УЗВ (объём воды 20 м³) в теплице для совместного выращивания тилапии и салата (аквапоника). Площадь теплицы — 100 м².

Бюджет — 2 млн рублей. Цель — продажа свежей рыбы и зелени местному ресторану.

Задание:

Рассчитайте производственную мощность: биомасса тилапии (при плотности 40 кг/м³), цикл выращивания (6–8 месяцев до 500 г), выход зелени (соотношение рыбы и растений 1:3 по массе корма).

Составьте структуру капитальных затрат: бассейны, оборудование УЗВ, теплица, системы освещения, гидропонные желоба.

Рассчитайте операционные расходы (корма, электроэнергия, семена, зарплата) и точку безубыточности. Обоснуйте УТП продукта («экологически чистый», «локальный», «без антибиотиков»).

3.2. Полный перечень вопросов к зачёту

Раздел 1. Биологические основы и гидрохимия

Предмет, цели и задачи дисциплины. Современное состояние и перспективы пресноводной аквакультуры в РФ и мире.

Классификация объектов пресноводной аквакультуры: ценные виды рыб, ракообразные, моллюски.

Биологические и физиологические особенности основных объектов: рост, развитие, размножение.

Этология рыб в условиях интенсивного выращивания: стайное поведение, иерархия, стресс-реакции.

Гидрохимический режим рыбоводных систем: растворённый кислород, pH, жёсткость, минерализация.

Азотный цикл в аквакультуре: аммиак, нитриты, нитраты, механизмы биологической фильтрации.

Температурный режим и его влияние на метаболизм, рост и воспроизводство гидробионтов.

Методы гидрохимического контроля и мониторинга качества воды.

Раздел 2. Технология воспроизводства и выращивания

9. Технология получения половых продуктов: отбор, стимуляция созревания, гормональная индукция.

10. Искусственное оплодотворение икры: методы, активация спермы, условия проведения.

11. Инкубация икры: типы аппаратов, контроль среды, учёт эмбрионального развития.

12. Личиночное выращивание: стартовые корма, переход на экзогенное питание.

13. Мальковое и сеголетковое выращивание: плотность посадки, сортировка, профилактика каннибализма.

14. Прудовая аквакультура: классификация прудов, мелиорация, поликультура, рыбопродуктивность.

15. Садковая аквакультура: типы садков, выбор водоёмов, экологические риски.

16. Бассейновая и канальная аквакультура: технологии, преимущества, объекты.

17. Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ): принципы работы, компоненты, преимущества.

Раздел 3. Кормление и нутритивная поддержка

18. Основы нутрициологии рыб: потребности в протеине, липидах, углеводах, витаминах, минералах.

19. Современные комбикорма: состав, гранулометрия, плавучесть, стабильность в воде.

20. Расчёт кормового коэффициента (FCR) и его влияние на экономику.

21. Технологии и методы кормления: автоматические кормушки, контроль насыщения.

22. Альтернативные источники протеина: замена рыбной муки растительными и насекомыми.

Раздел 4. Здоровье, биобезопасность и современные системы

23. Основные незаразные болезни рыб: газовая эмболия, гипоксия, токсикозы, авитаминозы.

24. Инфекционные и инвазионные болезни: ихтиофтириоз, дактилогироз, сапролегниоз, бактериальные септицемии.

25. Методы профилактики и лечения: карантин, вакцинация, разрешённые препараты.

26. Биобезопасность рыбоводных предприятий: зонирование, дезинфекция, контроль доступа.

27. Концепция благополучия (welfare) рыб: стресс-индикаторы, гуманный убой.

28. Механическая и биологическая фильтрация в УЗВ: расчёт, запуск.

29. Системы аэрации, оксигенации, УФ-стерилизации и озонирования.

Раздел 5. Организация, экономика и нормативное регулирование

30. Нормативно-правовая база аквакультуры в РФ: ФЗ № 148, рыбоводные участки.

31. Ветеринарно-санитарные правила для рыбоводных предприятий.

32. Товарное выращивание основных объектов: карп, форель, осётр, сом, тиляпия.

33. Племенное дело в аквакультуре: селекция, гибридизация, новые породы.

34. Генетические и биотехнологические методы: гинегенез, полиплоидия.

35. Интегрированные системы: аквапоника, биофлок (BFT).

36. Инженерное обеспечение: насосы, автоматизация, диспетчеризация.

37. Организация и экономика предприятий: бизнес-модели, себестоимость.

38. Маркетинг и сбыт продукции: каналы реализации, сертификация (ASC).

39. Зарубежный опыт: Норвегия, Китай, Израиль, Дания.

40. Экологические аспекты: влияние на водоёмы, утилизация отходов.

41. Перспективные направления: цифровизация, IoT-мониторинг, ИИ.

3.1.2. Методические материалы

Порядок тестов и решения практических (ситуационных) задач для зачета дан в Приложении № 2 к положению ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся». Контроль за успеваемостью обучающихся осуществляется в соответствии с ПВД-20 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся».

Условия и порядок проведения зачета (включая перечень вопросов, критерии оценки ответов и требования к выполнению самостоятельных работ/проектов) даны в Приложении № 2 к положению ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся».