

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра физиологии человека и животных

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«19» мая 2023 г.

**Рабочая программа**  
**«Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Экспериментальная биология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 10 от «03» апреля 2023 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от «28» апреля 2023 года

Ярославль

Ярославль

### **1. Способ и формы практической подготовки при проведении практики**

Специальная практика по биоэкологии проводится в выездной форме на базе биостанции ЯрГУ (разделы «Гидробиология» и «Основы сравнительной экологической физиологии животных») и стационарно на лабораторно-экспериментальной базе факультета биологии и экологии ЯрГУ (разделы «Гидрохимия» и «Вегетационные методы экологической физиологии растений»).

### **2. Место практики в структуре ООП бакалавриата**

Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы относится к обязательной части Блока 2 «Практики» и является завершением ряда спецкурсов, суть которого состоит в освоении исследовательских технологий в соответствующих областях.

### **3. Планируемые результаты обучения при прохождении практики, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ООП бакалавриата**

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
Общепрофессиональные компетенции		

<p><b>ОПК-2</b> Способен использовать знание принципов структурно-функциональной организации и физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.</p>	<p><b>ОПК-2.1</b> Знает основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики.</p> <p><b>ОПК-2.2</b> Умеет осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды.</p> <p><b>ОПК-2.3</b> Владеет опытом применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные механизмы гомеостатической регуляции жизненных функций у животных;</li> <li>- основы экспериментальных методов работы с растительными объектами в лабораторных и полевых условиях при решении актуальных агробиотехнологических задач;</li> <li>- состав и структуру основных типов гидробиоценозов;</li> <li>- возможности применения физико-химических методов анализа для контроля качества потребляемой и сточной воды.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать адекватные методы для решения поставленных исследовательских задач;</li> <li>- устанавливать связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды и оценивать его адаптационные возможности;</li> <li>- проводить анализ природных вод, используя методики по определению содержания главных анионов и катионов.</li> </ul> <p><b>Владеет навыком:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отбора гидробиологических проб;</li> <li>- графического представления результатов химического анализа воды;</li> <li>- проведения вегетационных опытов, необходимых для решения эколого-физиологических задач;</li> <li>- применения экспериментальных методов для оценки физиологического состояния животных.</li> </ul>
--	---	---

<p><b>ОПК-4</b> Способен осуществлять мероприятия по охране, использованию, мониторингу и восстановлению биоресурсов, используя знание закономерностей и методов общей и прикладной экологии.</p>	<p><b>ОПК-4.1.</b> Знает основы взаимодействий организмов со средой их обитания, факторы среды и механизмы ответных реакций организмов, принципы популяционной экологии, экологии сообществ; основы организации и устойчивости экосистем и биосферы в целом.</p> <p><b>ОПК-4.2.</b> Умеет использовать в профессиональной деятельности методы анализа и моделирования экологических процессов, антропогенных воздействий на живые системы и экологического прогнозирования; обосновывать экологические принципы рационального природопользования и охраны природы.</p> <p><b>ОПК-4.3</b> Владеет навыками выявления и прогноза реакции живых организмов, сообществ и экосистем на антропогенные воздействия, определения экологического риска.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы взаимодействий растений и животных со средой их обитания и механизмы реакций на воздействия внешних факторов;</li> <li>- физико-географические условия формирования химического состава природных вод;</li> <li>- особенности функционирования основных типов пресноводных биоценозов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы экологической оценки антропогенных воздействий на организменные живые системы и на водные объекты;</li> <li>- классифицировать природные воды по основным показателям их качества;</li> <li>- обосновывать экологические принципы охраны озер и рек от антропогенного загрязнения;</li> <li>- оценивать адаптационные возможности растительного организма при изменении экологических условий окружающей среды.</li> </ul> <p><b>Владеет навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявления и прогноза реакции живых организмов на антропогенные воздействия;</li> <li>- использования биологической индикации для выявления и прогноза реакции водных экосистем на антропогенные воздействия;</li> <li>- оценки качества воды для питьевых и других целей;</li> <li>- проведения вегетационных опытов, необходимых для решения прикладных эколого-физиологических</li> </ul>
---	--	--

<p><b>ОПК-8</b> Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.</p>	<p><b>ОПК-8.1.</b> Знает основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики.</p> <p><b>ОПК-8.2.</b> Умеет анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы.</p> <p><b>ОПК-8.3.</b> Владеет навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы, принципы устройства и работы гидрохимического, гидробиологического и физиологического экспедиционного и лабораторного оборудования;</li> <li>- особенности различных водоемов, водотоков и водных экосистем как объектов исследования;</li> <li>- характеристики растений и животных как объектов физиологических экспериментов;</li> <li>- условия содержания живых организмов и принципы работы с ними с учетом требований биоэтики.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать развитие научных идей в области гидрохимии, гидробиологии, физиологии растений, физиологии человека и животных;</li> <li>- составлять план решения поставленной задачи;</li> <li>- планировать краткосрочные экспедиционные выезды по отбору проб и постановке опытов в названных областях науки с выбором адекватных приемов и методов исследования.</li> </ul> <p><b>Владеет навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использования современного гидрохимического, гидробиологического и физиологического оборудования в полевых и лабораторных условиях при отборе проб, анализах и постановке экспериментов;</li> <li>- применения расчетных методов количественного учета групп гидробионтов и методик комплексной оценки состояния водных экосистем;</li> <li>- статистической обработки и оценки достоверности результатов гидрохимических анализов;</li> <li>- обработки и адекватной оценки экспериментальных данных по физиологии растений и физиологии человека и животных;</li> <li>- оформления технических протоколов и отчетов;</li> <li>- представления результатов исследования и ведения научной дискуссии.</li> </ul>
--	--	---

**4. Объем практики составляет 6 зачетных единиц, 4 недели.**

## 5. Содержание практической подготовки при проведении практики

№ п/п	Тип(ы) практики, этапы прохождения практики	Формы отчетности
1	Гидробиология (выездная).	Протокол количественной обработки проб, этикетированные пробы, научно-исследовательский отчет по теме
2	Гидрохимия (стационарная).	Дневник практики (письменный отчет).
3	Вегетационные методы экологической физиологии растений (стационарная).	Дневник практики (письменный отчет, включающий протоколы опытов), презентация отчета по проекту.
4	Основы сравнительной экологической физиологии животных (выездная).	Лабораторный журнал, протоколы опытов, собеседование, доклад, презентация отчета по проекту.
		<i>Зачет с оценкой, 6 семестр</i>

## 6. Фонд оценочных средств

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Общая оценка формируется при условии выполнения всех разделов практики. В каждом разделе она складывается по итогам выполнения приведенных выше форм отчетности.

### *Вопросы к разделу «Гидробиология»*

1. Зоопланктон: определение, размерные и экологические группы.
2. Флотация: формула, морфофизиологические характеристики обеспечения парения.
3. Суточная динамика зоопланктона, миграции их причины.
4. Сезонная динамика зоопланктона.
5. Перифитон-обрастания: состав пресноводного обрастания, вред его и борьба с ним.
6. Бентос: определение, состав, экологические группы (распределение на дне), размеры.
7. Население основных типов грунтов.
8. Санитарная гидробиология: предмет, задачи.
9. Понятие «качества воды». Аспекты. Понятие «биологически чистой воды».
10. Типы загрязнений воды по происхождению.
11. Самоочищение водоемов: понятие, составляющие.
12. Биологическое самоочищение водоёмов: роль растительности и животных.
13. Евтрофирование водоемов, понятие и причины.
14. Антропогенное евтрофирование, его составляющие и показатели.
15. Биологическая индикация качества вод: понятие, на чем основана.
16. Характеристика зон сапробности.
17. Биотические индексы: хириноидный и олигохетные индексы.
18. Индексы сходства.
19. Гидробиологический мониторинг.
20. Принципы устройства и работы классических видов гидробиологического оборудования (сеть Джели, сеть Апштейна, батометр Дьяченко-Кожевникова, батометр Рутнера, дночерпатель Экмана-Берджа, дночерпатель Петерсена, зарослевыврезыватель Бута).

### *Вопросы к разделу «Гидрохимия»*

1. Основные понятия гидрохимии.
2. Теоретическое значение гидрохимии.
3. Физико-химическая характеристика природных вод.
4. Химический состав природных вод. Классификация природных вод по О. А. Алекину. Характеристика природных вод по классам, группам, типам.
5. Запахи искусственного происхождения. Четыре основных вида вкуса: железный, хлорный, металлический, землистый. Пятибалльная шкала определения интенсивности вкуса и запаха. Органолептическое определение интенсивности запаха.

6. Четыре основных вида вкуса.
7. Показатели качества природных вод. Температура. Почему температура воды – важнейший фактор, влияющий на протекающие в водоеме физические, химические, биохимические и биологические процессы, от которого в значительной мере зависят кислородный режим и интенсивность процессов самоочищения.
8. Цветность природных вод. Количественные характеристики цветности. Шкала цветности. Фотометрический метод определения цветности.
9. Санитарное состояние источников водоснабжения Ярославской области.
10. Фотометрическое определение  $Al^{3+}$  в водопроводной воде.
11. Фотометрическое определение  $Fe^{3+}$  в водопроводной воде.
12. Озонирование. Хлорирование воды. Первичное обеззараживание воды.
13. Окисляемость природных вод.
14. Требования к воде для хозяйственно-питьевых целей.
15. Технология водоподготовки.
16. Теоретические основы и контроль процессов подготовки воды для питьевых целей.
17. Коагуляция. Пробное коагулирование. Выбор оптимальной дозы коагулянта.
18. Мутность природных вод. Фотометрический метод определения мутности.
19. Фотометрическое определение  $Al^{3+}$  в водопроводной воде.
20. Фотометрическое определение  $Fe^{3+}$  в водопроводной воде.
21. Озонирование и хлорирование воды. Первичное обеззараживание воды.
22. Окисляемость природных вод.

***Вопросы к разделу «Вегетационные методы экологической физиологии растений»***

1. Вегетационный опыт как инструмент эколого-физиологических исследований. Задачи и перспективы.
2. Особенности водной культуры. Методика постановки и проведения.
3. Типы питательных смесей. Принцип их составления в зависимости от задач исследования.
4. Особенности песчаной культуры. Методика постановки и проведения.
5. Особенности организации вегетационных опытов в полевых условиях.
6. Изучение влияния факторов внешней среды на процессы жизнедеятельности растений в условиях вегетационных опытов.
7. Оценка эффективности приемов агротехники и качества продукции растениеводства при проведении вегетационных опытов.
8. Использование вегетационных опытов в целях оптимизации процессов роста и развития растений.
9. Изучение минерального питания растений в лабораторных условиях при постановке водной и песчаной культуры.
10. Принцип организации опытов по минеральному питанию растений в полевых условиях.
11. Выявление физиологической роли элементов минерального питания при проведении вегетационных опытов.
12. Использование морфофизиологических параметров в целях оценки функционального состояния растений в разных условиях минерального питания.
13. Особенности процессов поступления, накопления и распределения минеральных элементов у разных видов растений в зависимости от условий внешней среды.
14. Нарушения в метаболизме растений при недостатке макро- и микроэлементов.
15. Связь процессов минерального питания с водным режимом, дыханием и фотосинтезом. Их интеграция и взаиморегуляция на уровне клетки, органа и целого растения.
16. Минеральное питание растений и моделирование продукционного процесса.
17. Особенности исследования процессов роста и развития при проведении вегетационных опытов.
18. Оценка роста по морфофизиологическим параметрам в условиях водной и песчаной культуры, полевого эксперимента.
19. Методы определения функциональных характеристик семян. Использование показателей – энергии прорастания, всхожести и жизнеспособности семян в практических целях.
20. Влияние факторов внешней среды – освещенности, температуры, влажности, газового состава атмосферы, минерального питания, кислотности субстрата на ростовые процессы.
21. Влияние эндогенных факторов на рост и развитие растений.
22. Особенности гормональной системы растений. Природные и синтетические регуляторы роста.

23. Функция фитогормонов и ингибиторов роста на разных этапах онтогенеза растений.
24. Характеристика факторов внешней среды, обеспечивающих прохождение отдельных фаз сезонного развития растений.
25. Задачи и перспективы управления процессами роста и развития растений.
26. Особенности изучения водного обмена растений при проведении вегетационных опытов в лабораторных и полевых условиях.
27. Методы определения водного дефицита, интенсивности транспирации, оводненности, концентрации клеточного сока, степени открытости устьиц у дикорастущих и культурных растений.
28. Влияние внешних и внутренних факторов на поглощение, транспорт и потерю воды растениями.
29. Особенности водного режима растений различных экологических групп. Пути их адаптации к условиям водоснабжения.
30. Изменение физиологических процессов у растений в условиях водного стресса.
31. Значение показателей водообмена для оценки функционального состояния растений при экологических исследованиях.
32. Практическое использование параметров водного режима в целях оптимизации условий для жизнедеятельности растений.
33. Особенности показателей, характеризующих интенсивность фотосинтетических процессов растений в условиях вегетационных опытов.
34. Методы определения площади поверхности листьев, содержания углерода, продуктивности фотосинтеза, потери ассимилятов. Значение этих параметров для эколого-физиологических исследований.
35. Оценка фотосинтетической продуктивности по площади листовой поверхности и накоплению органического вещества у растений на разных этапах онтогенеза.
36. Изменение продуктивности разных видов растений в зависимости от экологических условий.
37. Физиологические основы действия внешних и внутренних факторов на фотосинтез и продуктивность растений.
38. Взаимосвязь процесса фотосинтеза с минеральным питанием, водным режимом и дыханием растений.
39. Изучение продуктивности растений в целях оптимизации условий формирования продукции растениеводства.
40. Использование математических методов при подготовке, проведении и оценке результатов вегетационных опытов по экологической физиологии растений.
41. Значение основных статистических параметров, характеризующих результаты физиологических исследований.
42. Определение ошибки средней арифметической, коэффициента вариации и показателя точности опыта.
43. Оценка достоверности разности средних по критерию Стьюдента. Уровни доверительной вероятности.
44. Особенности статистической обработки результатов вегетационных опытов с использованием компьютерных программ.

***Вопросы к разделу «Основы сравнительной экологической физиологии животных»***

1. Общая характеристика, физико-химические свойства и процессы гидросферы, литосферы и атмосферы как жизненных сред животных организмов.
2. Внутренняя среда организма и ее становление в филогенезе. Типы циркуляционных систем. Гомеостаз, его значение для устойчивости живых существ.
3. Сердца беспозвоночных и позвоночных животных.
4. Клеточные элементы гемолимфы беспозвоночных и форменные элементы крови позвоночных животных.
5. Дыхательные пигменты, их виды, распространение в животном мире и функциональные свойства.
6. Тканевые гемоглобины разных животных.
7. Онтогенетические особенности гемоглобина и газотранспортной функции эритроцитов.
8. Механизмы поддержания гемостаза у беспозвоночных и позвоночных животных.
9. Иммунитет и фагоцитоз у беспозвоночных и позвоночных животных.



10. Теплообмен и его составляющие у пойкилотермных и гомойотермных животных. Температурные пороги жизни.
11. Пойкилотермные животные. Механизмы температурной адаптации. Элементы терморегуляции и терморегуляторного поведения у пойкилотермных животных.
12. Гомойотермные животные: химическая, физическая и поведенческая терморегуляция.
13. Особенности газообмена в водной и воздушной среде: содержание кислорода, факторы, влияющие на него и лимитирующие дыхание гидробионтов и аэробиионтов.
14. Принцип и органы водного дыхания у беспозвоночных и позвоночных животных.
15. Адаптации гидробионтов к изменению содержания кислорода в воде. Дыхание гидробионтов в токсической среде.
16. Воздушное дыхание гидробионтов. Принцип и органы воздушного дыхания у наземных животных.
17. Дыхание птиц.
18. Приспособления к гипоксии у наземных животных. Влияние экологических факторов на дыхание.
19. Показатели энергообмена животных и человека: основной обмен, ДК, ЭкО<sub>2</sub>, условия определения, величина и зависимость от различных факторов.
20. Влияние экологических факторов на обмен энергии у животных. Движение и энергообмен.
21. Основные потребительские качества пищи. Понятия, характеризующие трофическую обстановку. Элективность питания, ее причины и значение.
22. Сравнительные данные о структуре пищеварительного аппарата и приспособлении пищеварительных желез к характеру питания.
23. Сравнительные данные о ферментативных адаптациях в пищеварении. Влияние внешних факторов на перевариваемость пищи у различных животных.
24. Приспособление животных к осмотическим условиям среды. Стеногалинные и эвригалинные животные. Осморегуляторы и осмоконформеры.
25. Осмотическая адаптация пойкилосмотических животных.
26. Гомойосмотические животные. Пресноводная осморегуляция у животных.
27. Осморегуляция у морских хрящевых и костных рыб.
28. Взаимодействие между животными при помощи химических веществ.

### ***Темы исследовательских проектов***

#### *Раздел «Гидробиология»*

1. Оценка экологического состояния устьевого участка реки Улейма по показателям развития зоопланктона.
2. Оценка экологического состояния устьевого участка реки Улейма по показателям развития зообентоса.
3. Оценка экологического состояния устьевого участка реки Улейма по показателям развития зарослевой фауны.

#### *Раздел «Основы сравнительной экологической физиологии животных»*

1. Оценка состояния представителей различных видов рыб, обитающих в реке Улейма, по данным ихтиофизиологического и патологоанатомического исследования.
2. Сравнительно-физиологические данные о показателях системы крови у водных и наземных животных разного систематического уровня, представителях фауны биостанции.
3. Влияние факторов среды на эколого-физиологические особенности питания и пищеварительной деятельности позвоночных животных (на примере рыб и моллюсков).
4. Исследование поведенческих основ адаптаций животных под воздействием экологических и антропогенных факторов.

#### *Раздел «Вегетационные методы экологической физиологии растений»*

1. Постановка вегетационных опытов (водная культура, песчаная культура, полевой метод).
2. Минеральное питание (влияние отдельных элементов питательной смеси на рост надземных органов и корней; влияние условий минерального питания на накопление массы сырого и сухого вещества; определение содержания зольных элементов в разных органах растений).

3. Рост и развитие (влияние pH среды на энергию прорастания и всхожесть семян; определение жизнеспособности семян; влияние химических регуляторов роста на укоренение растений; влияние факторов среды на развитие растений).
4. Водный режим (определение водного дефицита при действии на растение различных стрессовых факторов; определение интенсивности транспирации листьев разных ярусов; влияние влажности субстрата на оводненность листьев и концентрацию клеточного сока; влияние условий среды на состояние устьиц).
5. Фотосинтез (определение площади поверхности листьев растений разных видов; определение интенсивности фотосинтеза по изменению содержания углерода в листьях; влияние факторов среды на продуктивность фотосинтеза; определение потери органического вещества по количеству выделенного диоксида углерода).
6. Статистическая обработка данных эколого-физиологических исследований (оценка результатов вегетационных опытов методами математической статистики).

### ***Критерии оценивания***

#### *Пороговый уровень:*

- владение основным объемом знаний по программе практики;
- знание основной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием практики, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы практики;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой практики;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по практике;
- самостоятельная работа на занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

#### *Продвинутый уровень:*

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы практики;
- использование основной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием практики, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы практики;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой практики;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по практике и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практике, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

#### *Высокий уровень:*

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам практики;
- точное использование терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием практики, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы практики;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой практики;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по практике и давать им критическую оценку;

– активная самостоятельная работа на практике, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для прохождения практики**

### **а) основная литература**

1. Ботяжова О.А. Сравнительная экологическая физиология животных: учебно-методическое пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2015. 76 с.
2. Ботяжова О.А. Сравнительная и экологическая физиология животных: учеб. пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2009. 112 с.
3. Гидрохимия: методические указания к учебной практике / Сост. И.М. Рублева, Ю.М. Кострова. Ярославль: ЯрГУ, 2005. 35 с.
4. Маракаев О.А., Титова О.В. Экологическая физиология растений: вегетационные опыты: метод. указания. Ярославль: ЯрГУ, 2003. 54 с.
5. Методы анализа и очистки природных и сточных вод: методические указания к учебной практике / Сост. Т.Н. Орлова, В.В. Ганжа. Ярославль: ЯрГУ, 2008. 67 с.
6. Орлова Т.Н., Орлов В.Ю., Базлов Д.А. Химия природных и промышленных вод: учебное пособие. Ярославль, 2013. 120 с.
7. Семерной В.П., Зубишина А.А. Учебно-полевая практика по курсу «Экология» (водные экосистемы): метод. указания. Ярославль, ЯрГУ, 2008. 72 с.
8. Семерной В.П. Санитарная гидробиология: учеб. пособие. Ярославль, ЯрГУ, 2005. 202 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Ботяжова О.А. Физиология системы крови (сравнительные, экологические и эволюционные аспекты). Ярославль: ЯрГУ, 2000.
2. Ботяжова О.А. Сравнительная и экологическая физиология животных. Теплообмен и терморегуляция: текст лекций. Ярославль: ЯрГУ, 2005. 75 с.
3. Практикум по физиологии растений: учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.Н. Третьякова. М.: КолосС, 2003. 288 с.
4. Рублева И.М., Кострова Ю.М. Индивидуальные контрольные задания по гидрохимии: методические указания. Ярославль: ЯрГУ, 2004. 24 с.
5. Семерной В.П. Общая гидробиология: текст лекций. Ярославль, ЯрГУ, 2008. 182 с.
6. Сиделев С.И., Зубишина А.А., Бабаназарова О.В. Водные экосистемы (функционирование, антропогенные изменения, восстановление): учебно-методическое пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2016.
7. Частная физиология полевых культур: учеб. пособие для вузов / Под ред. Е.И. Кошкина. М.: КолосС, 2005. 343 с.

### **в) ресурсы сети «Интернет»:**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.74.2](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.74.2))
3. Интернет-ресурсы: [www.waterinfo.ru](http://www.waterinfo.ru) (Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Федеральное агентство водных ресурсов, ФГУП «Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра»)

## **8. Образовательные технологии, в том числе электронное обучение и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

### ***Раздел «Гидробиология»***

**Лабораторное занятие** – занятие в лаборатории посвящено освоению навыков работы с лабораторным оборудованием и материалом для изучения и закрепления теоретического материала, изготовлению временных препаратов, освоению приемов определения и таксономического анализа изучаемых организмов.

**Экскурсия** – форма обучения, соединяющая в себе теорию и практику, позволяющая обратиться к реальной жизни, непосредственно воспринять изучаемые явления. Экскурсии посвящены ознакомлению с водоемом, методикой отбора проб, работе с полевым гидробиологическим оборудованием.

Используются проектно-ориентированные методы обучения: проблемно-исследовательский метод обучения, круглый стол, мозговой штурм, экспертная консультация.

### ***Раздел «Гидрохимия»***

**Вводное занятие** – дает представление о практике и ориентирует студента в системе изучения данного раздела. Студенты знакомятся с назначением и задачами практики, ее ролью и местом в системе практик и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор предмета практики, история развития науки, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков, закреплению полученных знаний.

### ***Раздел «Основы сравнительной экологической физиологии животных»***

**Академическая лекция** – аудиторная контактная работа со студентами, осуществляемая преимущественно в виде монолога преподавателя с целью последовательного изложения материала. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Интерактивная лекция** – аудиторная контактная работа со студентами, лекция в диалоговой форме, в формате проблемных вопросов и поиска ответов на них на основе изученного и изучаемого в настоящий момент материала, лекция-беседа, лекция с заранее запланированными ошибками, которые студенты должны выявить и исправить в конце лекции или на следующем занятии.

**Лабораторное занятие** – аудиторная контактная работа с обучающимися. Она организуется в нескольких малых группах (по 2-4 человека), которые выполняют экспериментальную работу на живых объектах в соответствии с поставленной целью и задачами. Такая технология направлена на закрепление знаний, полученных на лекции или при самостоятельной подготовке, а также на освоение по предложенному алгоритму конкретных умений и навыков.

**Полевой эксперимент** – работа малой группы студентов по изучению особенностей жизнедеятельности гидробионтов в естественной среде обитания.

**Разработка научно-исследовательского проекта** – самостоятельная работа студентов, выполняемая под контролем преподавателя, связанная с выполнением научно-исследовательского проекта по выбранной теме, сочетающей фундаментальные и прикладные проблемы сравнительной и экологической физиологии животных.

### **Раздел «Вегетационные методы экологической физиологии растений»**

**Лабораторное занятие** – аудиторная контактная работа с обучающимися. Она организуется в нескольких малых группах (по 2-3 человека), которые выполняют экспериментальную работу на живых объектах в соответствии с поставленной целью и задачами. Такая технология направлена на закрепление знаний, а также на освоение по предложенному алгоритму конкретных умений и навыков.

**Проведение эксперимента** – контролируемое выращивание растений в моделируемых условиях позволяет успешно решать важнейшие физиологические вопросы, связанные с выяснением особенностей фотосинтеза, дыхания, минерального питания, водного режима, роста и др. Результаты исследований физиологических реакций растений при проведении вегетационных опытов студенты оформляют в дневнике практики. В нем отмечают темы работ, цели исследований, схемы проведения экспериментов, объекты исследований с указанием латинских названий. Практические результаты представляют в виде таблиц, графиков и рисунков. На основе собственных экспериментальных данных студенты делают выводы, являющиеся одним из важнейших элементов выполненной работы. В выводах приводят теоретическое обоснование и объяснение полученных результатов, оценивают их статистическую достоверность. Каждая выполненная работа должна представлять собой небольшое законченное исследование.

**Самостоятельная работа** включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить проблемные вопросы с преподавателем.

**Проектно-ориентированные методы обучения** – проблемно-исследовательский метод обучения, круглый стол, мозговой штурм, экспертная консультация.

При необходимости **дистанционного обучения** по каждому разделу практики используются методические материалы, разработки и задания, размещенные в Сети на платформе Moodle ЯрГУ.

### **9. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса**

В образовательном процессе используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

### **10. Материально-техническая база, необходимая для проведения практики**

1. **Транспорт** для перевозки контингента обучающихся, преподавателей и оборудования – автобусы и грузовая техника.

2. **Инфраструктура** биостанции (жилой фонд, лаборатории, мастерская, системы водо- и энергоснабжения) и факультета (лаборатории).

3. **Оборудование:**

**Раздел «Гидробиология»:** лодки, батометры Рутнера и Кожевникова, дночерпатели Экмана-Берджа и Петерсена, зарослевыврезыватель Бута, планктонная сеть Джеди, диски Секи, промывочные сита, световые микроскопы, бинокляры, счетные камеры, термометры, лоты, лабораторная посуда, химические реактивы (фиксаторы и красители).

**Раздел «Гидрохимия»:** спектрофотометр Unicо, измерительные блоки, электроплитки, магнитные мешалки, штативы, спиртовки, химическая посуда (фарфоровые чашки, воронки, стаканы, цилиндры, пробирки и др.), химические реактивы (кислоты, соли, гидроксиды и др.).

**Раздел «Основы сравнительной экологической физиологии животных»:** приборы и оборудование для проведения лабораторных и полевых экспериментов и выполнения

научно-исследовательских проектов; химические реактивы; живые объекты и биопрепараты (рыбы, лягушки, моллюски, насекомые, кровь животных и др.).

**Раздел «Вегетационные методы экологической физиологии растений»:** сосуды для водной и песчаной культур, кварцевый песок, гравий, цилиндры для определения влагоемкости, химические стаканы, мерные колбы и цилиндры, дозаторные пипетки, бюксы, тигли, тигельные щипцы, эксикаторы, чашки Петри, ступки, водяная баня, спиртовки, ножницы, пинцеты, кисточки, маркеры, миллиметровая и фильтровальная бумага, скальпели, препаровальные иглы, стеклянные и деревянные палочки, парафин; концентрированные растворы минеральных солей  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ ,  $\text{NaCl}$ , растворы  $\text{NaOH}$  и  $\text{HCl}$ , лимонная кислота; весы с разновесами, весы аналитические, лабораторные электронные весы, сушильный шкаф, муфельная печь, центрифуги, рефрактометр, спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, рН-метр, люксметр, термостат, гомогенизатор тканей.

Авторы:

К.б.н., доцент



С.И. Сиделев

К.х.н., доцент



Т.Н. Орлова

К.б.н., доцент



О.А. Ботяжова

К.б.н., доцент



О.А. Маракаев