

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



Проректор
по учебно-методической работе
А.А.Панфилов

« 10 » 11 2014 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«БИОФИЗИКА»

Направление подготовки – 06.03.01 «Биология»

Профиль подготовки - «Общая биология»

Уровень высшего образования - академический бакалавриат

Форма обучения – заочная (ускоренное обучение на базе ВПО)

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./час	Лекции, час.	Лабор. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	2(72)	2	6	64	Зачет
Итого	2(72)	2	6	64	Зачет

Владимир 2014 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса «Биофизика» является обеспечение студентов основами знаний и современными представлениями об основных физических и физико-химических закономерностях, лежащих в основе функционирования биологических объектов, функций живого организма, механизмов получения информации, о состоянии внутренней и внешней среды, характеристик медико-биологических параметров, определяющих состояние организма и его адаптацию к меняющимся условиям внешней и внутренней среды.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биофизика» входит в блок 1 программы бакалавриата в её базовую часть (блок Б1. Б25). Для освоения данной дисциплины необходимы знания, полученные на предшествующих курсах при изучении, в частности, общей биологии, физики, математики, теоретической биологии, биохимии, биоэнергетики и др. «Биофизика», являющаяся биологической дисциплиной, изучающей физико-химические взаимодействия в самом широком аспекте, позволяет сформировать у студентов-биологов представления о механизмах функционирования организма с выявлением взаимосвязанных изменений структуры и функции, как отдельной клетки, так и её органелл с переходом на более сложные живые системы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) ЗНАТЬ:

- знать и понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов (ОПК-3);

- знать и применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности (ОПК-5).

2) УМЕТЬ:

- эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1);

- применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований (ПК-2).

3) Владеть:

- способностью использовать знания основ психологии и педагогики в преподавании биологии, в просветительской деятельности среди населения с целью повышения уровня биолого-экологической грамотности общества (ПК-7).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) , форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занят.	Лаб. работы	СРС		
1	Предмет, задачи и становление биофизики. Единство структурной и функциональной организации.	7	1-2	2		2	8	-	
2	Основы термодинамики процессов жизнедеятельности. Энергии в живой системе:	7	3-4	2		2	8	2/50%	

	электрическая, тепловая, механическая, химическая и др.								
3	Основы молекулярной биофизики. Биогенные вещества	7	5-6	2		2	8	2/50%	I рейтинг - контроль
4	Электрические свойства и электрическая активность биологических объектов.	7	7-8	2		2	8	2/50	
5	Различные типы связей взаимодействий в макромолекулах	7	9-10	2		2	8	2/50%	
6	Биофизика зрения. Свет и его восприятие. Разрешающая способность глаза.	7	11-12	2		2	8	2/50%	II рейтинг — контроль
7.	Биофизика звука. Акустические явления и биофизика. Современные теории восприятия звука	7	13-14	2		2	8	2/50%	
8	Биофизика кровообращения. Общие принципы гидродинамики. Энергетика кровообращения.	7	15-16	2		2	8	2/50%	
9	Биофизические основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами	7	17-18	2		2	8	2/50%	III рейтинг – контроль.
Всего				18		18	72	16/44,4%	Зачет

1. Предмет, задачи и становление биофизики. Единство структурной и функциональной организации. Структура, содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Методы биофизических исследований. Задачи биофизики. История и методология биофизики. Единство элементарного состава. Единство типов химических связей. Единство мембранного типа строения субклеточных образований. Единство клеточного строения. Единство строения многоклеточных организмов. Единство биохимических реакций и циклов. Единство дыхания.

2. Основы термодинамики процессов жизнедеятельности. Энергии в живой системе: электрическая, тепловая, механическая, химическая и др. Термодинамические системы. Функции состояния систем. Первый закон термодинамики, энтальпия. Второе начало термодинамики и живые организмы. Баланс энтропии при росте и развитии организмов. Стационарное состояние. Теплообразование в организме теплокровных животных. Основной обмен. Условия теплообмена организма с окружающей средой. Регуляция температуры в живых организмах.

3. Основы молекулярной биофизики. Биогенные вещества. Физические свойства клеток. Состав и структура клеточных образований. Макромолекулы, их физические свойства. Состав и структуры белковых молекул, сильные и слабые взаимодействия, связь между первичной и пространственной структурами белка. Состав и структура углеводов. Состав и структура жиров. Роль биогенных веществ в живом организме.

4. Электрические свойства и электрическая активность биологических объектов. Клетка как структурная и функциональная единица живого организма. Единые принципы строения клеток. Клеточные мембраны, их структура. Виды биологических мембран. Биофизические методы выделения и изучения биологических мембран. Искусственные мембраны и их роль в изучении свойств биологических мембран.

Электрические свойства и электрическая активность биологических объектов. Электрическое сопротивление клеток, сопротивление нервного волокна. Экспериментальное определение проводимости клеточных мембран. Механизм возникновения биоэлектрических потенциалов. Расчет мембранной разности потенциалов. Потенциал покоя клеток, его физиологические функции. Особенности регистрации биопотенциалов. Микроэлектроды и микроэлектродная техника. Ионные механизмы возникновения мембранного потенциала.

Потенциал действия. Ионные механизмы генерации тока действия. Моделирование процессов нервного возбуждения. Синаптическая передача возбуждения. Химический и электрический механизмы передачи возбуждения в синапсах. Постсинаптический

потенциал. Особенности проведения возбуждения в синаптических структурах. Возбуждающие и тормозящие синапсы.

5. Различные типы связей взаимодействий в макромолекулах. Ковалентная связь (атомная связь, гомеоплярная связь) — химическая связь, образованная перекрытием (обобществлением) пары валентных электронных облаков. Характерные свойства ковалентной связи — направленность, насыщенность, полярность, поляризуемость — определяют химические и физические свойства соединений.

Силы Ван-дер-Ваальса или Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия молекул - одна из разновидностей сил притяжения, действующих между атомами и молекулами. распространённое назв. сил взаимного притяжения между электрически нейтральными атомами и молекулами; имеют электрическую природу. Из трех видов сил Ван-дер-Ваальса: индукционное, ориентационное и дисперсионные силы наиболее слабыми являются индукционные. Силы Ван-дер-Ваальса включают все виды межмолекулярного притяжения и отталкивания. Они получили название в честь Я.Д. Ван-дер-Ваальса, который первым принял во внимание межмолекулярные взаимодействия для объяснения свойств реальных газов и жидкостей.

Дисперсионное или поляризационное взаимодействие наблюдается между молекулами, которые не обладают постоянным дипольным моментом. Они обусловлены внешними слабосвязанными электронами. Природа дисперсионных взаимодействий носит квантомеханический характер и является результатом появления линейных диполей, возникающих в результате движения электронов в молекулах, но обладающих постоянным дипольным моментом.

6. Биофизика зрения. Строение глаза, оптической системы. Ход лучей в оптической системе глаза. Свет и его восприятие. Строение сетчатки, фоторецепторная система глаза. Формирование изображения на сетчатке. Фотохимические реакции в рецепторных клетках сетчатки. Восприятие и обработка сигналов сетчаткой. Рецептивные поля сетчатки. Биофизика, нейрофизиология и психофизика восприятия света и темноты. Разрешающая способность глаза. Спектральная чувствительность. Субъективные и физические характеристики цвета. Субъективные эффекты при цветовых ощущениях. Трехкомпонентная теория цветового зрения, векторное представление цвета. Понятие о колориметрических системах. Кодирование информации в органе зрения. Роль движения глаз в зрительном восприятии.

7. Биофизика слуха. Природа и характеристики звука. Звук — это распространяющиеся в упругих средах — газах, жидкостях и твёрдых телах —

механические колебания, воспринимаемые органами слуха. Звук представляет собой волну, упругие волны, то есть перепады высокого и низкого давления, которые продольно распространяются в среде, создавая в ней механические колебания. Собственно, сами механические колебания и лежат в основе возникновения звука.

Акустические явления и биофизика. Ухо как акустическая система. Восприятие звука. Этапы преобразования сигнала в органе слуха. Роль среднего уха в восприятии акустических раздражений. Слуховой процесс во внутреннем ухе. Процесс преобразования в волосковых клетках. Кодирование слуха в волокнах слухового нерва. Современные теории восприятия звука. Вестибулярный аппарат, его строение и функции.

8. Биофизика кровообращения. Общие принципы гидродинамики. Гемодинамика. Особенности кровообращения в различных участках сосудистого русла. Сердце как насос. Ударный и минутный объемы сердца. Должные величины гемодинамики. Энергетика кровообращения. Структурный анализ движущейся крови. Динамика кровотока и энергетика эритроцитов. Геометрия кровотока. В организме взрослого человека находится около 5 л крови. Кровь - это один из видов соединительной ткани организма. Основную ее часть составляет жидкое межклеточное вещество - плазма. В плазме находятся форменные клетки крови - эритроциты и лейкоциты и кровяные пластинки - тромбоциты, которые образуются из клеток красного костного мозга. Их созревание, накапливание и разрушение происходит в других органах. Плазма в основном состоит из воды, в которой растворены органические и неорганические вещества. Вода составляет в плазме около 90%, остальные 10% - это белки, жиры, глюкоза, минеральные соли и другие вещества.

9. Биофизические основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами. Виды физических полей и их основные характеристики. Электромагнитные поля естественного и искусственного происхождения. Механизмы действия электромагнитного поля на биологические объекты. Ультразвук и его биологическое действие. Явления кавитации. Взаимодействие ионизирующих излучений с биологическими объектами. Тепловые поля и их влияние на биологические объекты. Физические поля при исследовании биологических объектов и управлении их состоянием. Электромагнитное взаимодействие — это один из основных видов дальнедействующих фундаментальных взаимодействий, а электромагнитное поле — одно из фундаментальных полей. Все существующие на Земле электромагнитные поля можно объединить в две группы: естественные, присущие Земле и, вызванные промышленной деятельностью человека.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология	Сущность
Технология объяснительно иллюстративного обучения	
Технология формирования приемов учебной работы	Данная технология основана на формировании и просвещении студентов-биологов с организацией их репродуктивной деятельности. Основная цель — это выработка как общенаучных (организационных, интеллектуальных, информационных и др.), так и специальных (предметных) умений. Как правило — это усвоение и воспроизведение готовой учебной информации с использованием средств наглядности (схемы, таблицы, презентации и др.)
Технологии личностно-ориентированного (адаптивного) обучения	
Технология дифференцированного обучения	Смысл дифференцированного обучения состоит в том, чтобы, принимая во внимание индивидуальные особенности каждого отдельного студента (уровень подготовки, развития, особенность мышления, познавательный интерес к предмету), определить для него наиболее целесообразный и эффективный вид деятельности, формы работы и типы заданий.
Технология обучения	Сущность модульной технологии заключается в самостоятельном со стороны студента или с помощью преподавателя достижении конкретных целей учебно-познавательной деятельности в процессе со специально разработанным модулем или функциональным блоком, включающим в себя содержание и способы овладения этим содержанием
Технология формирования учебной деятельности	Учебная деятельность рассматривается как особая форма учебной активности студентов, направленная на приобретение знаний с помощью решения разработанной преподавателем системы учебных задач и тестов как формы контроля знаний.
Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)	Представляют собой совокупность технологий, обеспечивающих фиксацию информации, её обработку и информационные обмены (передачу, распространение, раскрытие). К ИКТ относят компьютеры, программное обеспечение и средства электронной связи.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Проверка качества усвоения знаний в течение курса проводится как в устной, так и в письменной форме. Это выступления студентов с сообщениями, представления рефератов и презентаций по теме, письменная проверка знаний по курсу.

Промежуточная аттестация – зачет.

Рейтинг-контроль – текущий контроль.

6.1 Вопросы к зачету

1. Основные разделы науки биофизики и их краткая характеристика.
2. Основные методы, применяемые в исследовании физики макромолекул.
3. Трактовка закона сохранения энергии и кем он был сформулирован.
4. Виды биосистем с точки зрения термодинамики. Интенсивные и экстенсивные категории термодинамических параметров.
5. Разрешающая способность оптических приборов, в том числе и глаза.
6. Восприятие звука. Этапы преобразования сигнала в органе слуха.
7. Виды физических полей и их основные характеристики.
8. Механизм действия электромагнитного поля на биологические объекты.
9. Ультразвук и его биологическое значение.
10. Виды ионизирующих излучений и их влияние на биологические объекты.
11. Особенности кровообращения в разных участках сосудистого русла.
12. Энергетика кровообращения. Сердце как насос.
13. Виды биосистем. Внутренняя энергия живой системы.
14. Первый и второй законы термодинамики. Три основных группы биосистем.
15. Виды клеток, их биологические и физико-химические особенности.
16. Иерархическое соотношение понятий: система, структура и функция.
17. Основные органеллы животных и растительных клеток и их функции.
18. Представление о диффузии, осмосе, градиенте концентрации и их роли в живой клетке.
19. Типы взаимодействий в природе: гравитационные и электромагнитные.
20. Виды связей в макромолекулах: ковалентная, ионная, индукционная и дисперсионное.

21. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь.
22. Макро-, микро- и ультрамикрорэлементы в составе биосистем.
23. Биогенные вещества и их роль в процессах жизнедеятельности живых систем.
24. Механизм образования крови. Стволовые клетки.
23. Кровообращение и основные функции крови.
24. Характеристика белков крови.
25. Роль электрических сил в движении эритроцитов.
26. Методы выделения форменных элементов крови.
27. Минеральный состав крови человека и животных.
28. Роль Т- и В-лимфоцитов в живом организме.
29. Гемодинамика крови. Нарушение кровообращения.
30. Физико-химические свойства крови.
31. Механизм снабжения живого организма кислородом. Форменные элементы крови.
32. Биоэлектрические явления в сердечной мышце.

6.2 Тематика рейтинг-контролей

Рейтинг-контроль №1

1. Представления об основных разделах биофизики.
2. Особенности строения клеток прокариот.
3. Виды биосистем. Внутренняя энергия живой системы.
4. Первый и второй законы термодинамики. Три основных группы биосистем.
5. Виды клеток, их биологические и физико-химические особенности.
6. Иерархическое соотношение понятий: система, структура и функция.
7. Основные органеллы животных и растительных клеток и их функции.
8. Представление о диффузии, осмосе, градиенте концентрации и их роли в живой клетке.
9. Типы взаимодействий в природе: гравитационные и электромагнитные.
10. Виды связей в макромолекулах: ковалентная, ионная, индукционная и дисперсионная.
11. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь.
12. Макро-, микро- и ультрамикрорэлементы в составе биосистем.

Рейтинг-контроль №2

1. Биогенные вещества и их роль в процессах жизнедеятельности живых систем.
2. Механизм образования крови. Стволовые клетки.
3. Кровообращение и основные функции крови.

4. Характеристика белков крови.
5. Роль электрических сил в движении эритроцитов.
6. Методы выделения форменных элементов крови.
7. Минеральный состав крови человека и животных.
8. Роль Т- и В-лимфоцитов в живом организме.
9. Гемодинамика крови. Нарушение кровообращения.
10. Физико-химические свойства крови.
11. Механизм снабжения живого организма кислородом. Форменные элементы крови.
12. Биоэлектрические явления в сердечной мышце.

Рейтинг – контроль №3

1. Основные разделы науки биофизики и их краткая характеристика.
2. Основные методы, применяемые в исследовании физики макромолекул.
3. Трактовка закона сохранения энергии и кем он был сформулирован.
4. Виды биосистем с точки зрения термодинамики. Интенсивные и экстенсивные категории термодинамических параметров.
5. Разрешающая способность оптических приборов, в том числе и глаза.
6. Восприятие звука. Этапы преобразования сигнала в органе слуха.
7. Виды физических полей и их основные характеристики.
8. Механизм действия электромагнитного поля на биологические объекты.
9. Ультразвук и его биологическое значение.
10. Виды ионизирующих излучений и их влияние на биологические объекты.
11. Особенности кровообращения в разных участках сосудистого русла.
12. Энергетика кровообращения. Сердце как насос.

6.3 Тематика лабораторных занятий по дисциплине «Биофизика»

1. Экстрагирование минеральных элементов из природного нанотехнологического минерала – шунгита.
2. Очистка водных экстрактов шунгита с использованием реакции нейтрализации и центрифугирования.
3. Кристаллографические исследования водных экстрактов минерала шунгита.
4. Люминесцентная микроскопия клеток ВНК-21 с использованием иммерсионного масла.
5. Препаративное осаждение и дифференциальное разделение биологических структур.

6. Кристаллографические исследования белковых субстанций в виде сывороток крови животных.

7. Исследования концентрированных препаратов из воды методом люминесцентной микроскопии и методом кристаллографии.

8. Исследование кристаллических образований биологической жидкости (слюны) с использованием оптического микроскопа “Olympus” (Япония).

9. Проведение гидролиза воды с получением образцов «живой» и «мертвой» воды. Исследование методом кристаллизации.

6.4 Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов в VII семестре

1. Перечислить основные разделы биофизики и их краткая характеристика.
2. Основные методы, применяемые в исследованиях физики макромолекул.
3. Методы исследований структуры и функции клеток и клеточных органоидов.
4. Биоэлектрический потенциал мембраны клеток эукариот. Способ его определения.
5. Трактровка закона сохранения энергии и кем этот закон был сформулирован.
6. Виды мембранного транспорта веществ.
7. Потенциал покоя или мембранный потенциал. Что это такое?
8. Мембранный потенциал действия. Причины его возникновения и роль в клетке.
9. Виды биосистем с точки зрения термодинамики. Интенсивные и экстенсивные категории термодинамических параметров.
10. Строение глаза. Ход лучей в оптической системе глаз.
11. Разрешающая способность оптических приборов, в том числе и глаза.
12. Строение сетчатки, фоторецепторная система глаза.
13. Восприятие звука. Этапы преобразования сигнала в органе слуха.
14. Современные теории восприятия звука.
15. Особенности кровообращения в разных участках сосудистого русла..
16. Энергетика кровообращения. Сердце как насос.
17. Динамика кровотока и энергетика эритроцитов.
18. Виды физических полей и их основные характеристики.
19. Механизм действия электромагнитного поля на биологические объекты.
20. Ультразвук и его биологическое действие.
21. Виды ионизирующих излучений и их влияние на биологические объекты.

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

Основная литература:

1. Физическая химия дисперсных систем [Электронный ресурс]: / Ершов Ю.А. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424285.html>
2. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях [учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Т.В. Каляда, Б.Е. Синдаловский. - СПб. : Политехника, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732508546.htm>
3. Мир белковых молекул [Электронный ресурс] / Смирнов А.В. - М. : БИНОМ, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322350.html>
4. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / Н.М. Аль-Ани. - СПб.: Политехника, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732508994.html>

Дополнительная литература:

1. Физические и химические основы нанотехнологий. [Электронный ресурс] / Рамбиди Н. Г., Берёзкин А.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ. – 2009
2. Электронная микроскопия нанобактерий и других представителей микро- и наномира : [монография] / А. П. Пономарёв .— Владимир : ИП Журавлёва, 2011 .— 180 с. : ил. — Библиогр.: с. 169-177.
3. Практикум по молекулярной биологии [Электронный ресурс] / А. С. Коничев, И. Л. Цветков, А. П. Попов и др. - М. : КолосС, 2012. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953208154.html>
4. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды.[Электронный ресурс]/ Лебедев А.Т. – М.: Техносфера , 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363639.html>

В) периодические издания:

«Биофизика» - научный журнал

«Биотехнология» - научный журнал

«Вода: химия и экология» - научный журнал

«Нанотехнологии: наука и производство» - научный журнал

«Наноиндустрия» - научно-технический журнал

Г) интернет-ресурсы

1. AVAG Видео-клип , Microsoft Corporation, 2002.
2. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
[http://www.oie.int/eng/norms/mmanual/a _summary/htp](http://www.oie.int/eng/norms/mmanual/a_summary/htp)
<http://www.rsl.ru/>
<http://molbiol/edu.ru/index.html>
<http://www/alius.ru/rdl>


8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекционный курс читается в аудитории (ауд. 133-1). Для лекций: мультимедийные средства (персональный компьютер, диапроектор), презентации, наглядные пособия и др. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории (ауд. 133-1) с использованием следующего оборудования: модуль типа ФМ-02-200 с фильтрами типа «Владипор» №2 для микрофльтрации, лабораторный рН-метр «Эксперт-001», оптический микроскоп «Olympus-CX-41 (Япония), укомплектованный «электронным окуляром» DCM300, прибор капиллярного электрофореза «Капель-105М», термостат ТВ-80СПУ, фотоэлектрический фотометр КФК-3, оптический тринокулярный микроскоп «Микромед-3 ЛЮМ», рефрактометр УРЛ-1, сухожар ШС-80-01 СПУ, центрифуга лабораторная СМ-6М, бытовой холодильник +4°С, лабораторные электронные весы SCL-150, а также дополнительное оборудование и материалы.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 «Биология» и профилю подготовки «Биофизика»

Рабочую программу составил: д. б. н., профессор кафедры биологии и экологии ВлГУ Пономарев А.П.

Рецензент: ведущий научный сотрудник ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», кандидат биологических наук МАНИН Борис Леонидович.

Рабочая программа рассмотрена  и одобрена на заседании кафедры _____ протокол заседания кафедры №6/1 от 10.11.2014 г.

Заведующий кафедрой  Трифонова Т.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 06.03.01 «Биология» протокол №2/1 10.11.2014 года

Председатель:  Трифонова Т.А.