ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра биофизики

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____ Е.И.Скафа
« 28 » июня 2017 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

«БИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ»
(спецкурс №3)

Направление подготовки: 06.04.01 Биология

Профиль подготовки: Биофизика

Образовательно-квалификационный уровень выпускника: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2017

УТВЕРЖДАЮ:
Декан биологического факультета
_____ О.С.Горецкий
"26" июня 2017 г.

Программа учебной дисциплины **«Биофизические методы в экологическом мониторинге»** составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от "28" сентября 2016г. № 1002, зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР от 20 октября 2016 г. № 1652 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750, учебных планов по направлению подготовки 06.04.01 Биология (Профиль: Биофизика), утвержденных Ученым Советом Университета от 31.03.2017 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 77/05 от 06.05 2017 г.).

Разработчики:

д.ф.-м.н., профессор кафедры биофизики _____ Ю.А.Сирюк

ст. преподаватель кафедры биофизики _____ С.В. Чуфицкий

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 16 от "15 мая 2017 г.

Зав. кафедрой _____ С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 10 от "23" июня 2017 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета _____ Е.В. Прокопенко

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе: учебная дисциплина «Биофизические методы в экологическом мониторинге» является вариативной частью профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 06.04.01 Биология профиль Биофизика. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами: Физика, Физические методы в биологии, Введение в биофизику, Физиология человека и животных, Математические методы в биологии, Общая и неорганическая химия, Биоорганическая химия, Органическая химия, Экология и рациональное природопользование, Избранные главы теоретической биофизики, Компьютерные исследование и моделирование биологических процессов.

Является основой для изучения дисциплины Механизмы трансформации энергии в фотосинтезе и будущей профессиональной деятельности.

2. Нормативные ссылки *(при необходимости)*

3. Структура дисциплины ***(модуля)***

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения	заочная форма обучения
Образовательный уровень:	Магистр	
Направление подготовки	06.04.01 Биология	
Профиль	Биофизика	
Количество содержательных модулей (тем)	2 (9)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	Дисциплина вариативной части ОП	
Формы контроля	*текущий, модульный контроль, промежуточная аттестация (экзамен)*	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	2
Количество часов	72	72
Год подготовки	1	1
Семестр	2	
Количество часов		
- лекционных	14	4
- практических, семинарских		
- лабораторных	14	4
- самостоятельной работы	44	64
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов, т.ч.	5,14	
аудиторных	2	

4. Описание дисциплины

Цели и задачи.

Цель – изучение основных биофизических методов и способов их применения в экологическом мониторинге с целью получения большего объема информации об экосистеме, а также прогнозирования ее дальнейшего пути развития.

Задачи – усвоение основных принципов, лежащих в основе биофизических методов; понимание степени воздействия на живой организм каждого из используемых методов; получение общих представлений о целях и задачах экологического мониторинга; понимание механизмов воздействия природных и антропогенных факторов на живой объект.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки 06.04.01 Биология профиль Биофизика:

а) ***общекультурных (ОК):***

- способность к абстрактному мышлению, критическому анализу информации (ОК - 1).

б) ***общепрофессиональных (ОПК):***

- готовность использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач (ОПК-3);

- способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические и медико-биологические исследования с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов (ОПК-4);

- готовность применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач (ОПК-7);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

- способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры (ПК-1);

- способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру, вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (ПК-3);

- способность осваивать новые теории, модели, методы исследования, навыки разработки новых методических подходов с учетом целей и задач исследования (ПК-4);

организационно-управленческая деятельность:

- способность планировать и проводить мероприятия по оценке состояния и охране природной среды, организовать мероприятия по рациональному природопользованию, оценке и восстановлению биоресурсов (ПК-8);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен.

***ориентироваться*:** в современных проблемах экологического мониторинга и применяемых биофизических методах исследования состояния окружающей среды;

знать: основные биофизические методы, используемые в экологическом мониторинге, физические законы, лежащие в основе их работы; степень воздействия каждого из используемых методов на живой объект исследования;

уметь: подбирать методы необходимые для выполнения той или иной задачи экологического мониторинга; успешно комбинировать различные биофизические методы для получения наиболее полного представления о состоянии экосистемы или отдельных биообъектов; математически описывать изменения количественного состава отдельных групп живых организмов, находящихся под воздействием различных биотических и антропогенных факторов;

владеть: практическими навыками использования микроскопии, центрифугирования, спектроскопии, флуориметрии, хроматографии и математического моделирования для выполнения целей и задач экологического мониторинга.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Курс дисциплины «Биофизические методы в экологическом мониторинге» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных и эвристических методов обучения. В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия и т.д.).

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лабораторным занятиям, изучение учебной и методической литературы, составление конспектов.

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1
Тема 1. Введение в курс «Биофизические методы в экологическом мониторинге»	Цель и задачи экологического мониторинга. Важность и практическое значение применения мониторинга в экологии. Всемирная метеорологическая организация и международный мониторинг загрязнения биосферы. Понятие предельно допустимой концентрации (ПДК), порога вредного действия (ПВД), предельно допустимого выброса (ПДВ) и сброса (ПДС). Нормирование качества природных сред (почвы, воздуха, воды).
Тема 2. Формирование программы наблюдений и отбор проб	Приоритетные контролируемые параметры природной среды. Фоновое загрязнение окружающей среды. Типовая программа наблюдений. Отбор проб природных объектов, предварительная подготовка, консервация и хранение. Отбор проб воздуха для определения химического состава атмосферных аэрозолей. Отбор проб атмосферных осадков. Отбор проб снежного покрова. Отбор проб поверхностных и подземных вод. Отбор проб донных отложений. Отбор проб почвы. Отбор проб растительного материала. Отбор проб тканей животных. Оценка сопоставимости результатов наблюдений за загрязнением объектов природной среды. Банки данных. Контроль качества наблюдений.
Тема 3. Использование метода микроскопии	Оптическая микроскопия, электронная микроскопия, лазерная кофокальная микроскопия – принципы и особенности работы, роль в экологическом мониторинге. Метод счета клеток. Определение видового состава с использованием метода микроскопии.
Тема 4. Использование метода спектроскопии	Особенности спектральных исследований биологических объектов. Виды рассеяния света. Абсорбционная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния света (рамановская спектроскопия), спектрофотометрия, производная спектрофотометрия – принципы и особенности работы, роль в экологическом мониторинге.
Тема5. Хроматографи-ческие методы.	Классификация методов хроматографии по физической природе подвижной и неподвижной фаз, в зависимости от способа перемещения сорбатов, в зависимости от природы процесса. Использование различных методов хроматографии в экологическом мониторинге.
	Содержательный модуль 2
Тема 6. Флуоресцентная спектроскопия.	Общие закономерности флуоресценции. Закон Вавилова. Закон Стокса. Принцип Франка-Кондона. Константа флуоресценции. Квантовый выход. Спектры флуоресценции и её возбуждения. Методы измерения квантовых выходов флюоресценции. Фотолюминесценция биологических систем.

Тема 7. Методы исследования триплетного состояния молекул. Метод флуориметрии	Триплетное состояние молекул. Пути дезактивации возбужденного состояния. Замедленная флуоресценция и методы её регистрации. Поляризация замедленной флуоресценции. Фосфоресценция и методы ее измерения. Квантовый выход фосфоресценции. Метод флуориметрии и его использование в биомониторинге.
Тема 8. Математическое моделирование в экологическом мониторинге	Обработка полученных экспериментальных данных. Способы математического описания отдельных представителей экосистемы. Математические модели переноса вещества и прогнозирование локальной экологической обстановки. Математическое моделирование динамики биомассы фитопланктона при воздействии различных биогенных и антропогенных факторов в качестве примера применения математического моделирования.
Тема 9. Автоматизация процесса экологического мониторинга	Причины необходимости автоматизации мониторинга экосистем. Основные принципы создания автоматизированных комплексов экологического мониторинга. Использование автоматизированных комплексов на примере водных экосистем.

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1											
	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Введение в курс «Биофизические методы в экологическом мониторинге»	5,5	1,5			4		14,5	0,5			7	
Тема 2. Формирование программы наблюдений и отбор проб	8,5	1,5		2	5						7	
Тема 3. Использование метода микроскопии	8	1		2	5		17	1		2	7	
Тема 4. Использование метода спектроскопии	8	1		2	5						7	
Тема5. Хроматографические методы.	6	1			5		7,5	0,5			7	
Итого по 1 содержательному модулю	36	6		6	24		39	2		2	35	

	Содержательный модуль 2											
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**											
	Очная форма						**Заочная форма**					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 6. Флуоресцентная спектроскопия.	13	2		2	5		18	1			7	
Тема 7. Методы исследования триплетного состояния молекул. Метод флуориметрии	15	2		4	5					2	8	
Тема 8. Математическое моделирование в экологическом мониторинге	13	2		2	5		15	1			7	
Тема 9. Автоматизация процесса экологического мониторинга	13	2			5						7	
Итого по 2 содержательному модулю	36	8		8	20		23	2		2	29	
Всего часов по модулю	72	14		14	44		72	4		4	64	

6. Темы семинарских занятий

7. Темы практических занятий

8. Темы лабораторных занятий

	Тема лабораторного занятия
Лабораторная работа 1	Решение задач по определению предельно допустимой концентрации (ПДК), порога вредного действия (ПВД), предельно допустимого выброса (ПДВ) и сброса (ПДС)
Лабораторная работа 2	Определение содержания растворенного кислорода, показателей pH и щелочности природных вод.
Лабораторная работа 3	Фотометрическое исследование природных проб почвы
Лабораторная работа 4	Оценка степени загрязнения воздуха различными методами
Лабораторная работа 5	Изучение параметров флуоресценции культуры микроводорослей при темновой и световой адаптации
Лабораторная работа 6	Изучение влияния ионов меди на флуоресценцию хлорофилла фитопланктона
Лабораторная работа 7	Применение упрощенных математических моделей в экологическом мониторинге

9. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лабораторным занятиям (22 часа).

Также предусмотрено изучение учебной и методической литературы, составление конспектов.

№	Название темы	Количество часов	
		дневная форма	заочная форма
Содержательный модуль 1			
1	Нормирование качества природных сред (почвы, воздуха, воды).	2	4
2	Оценка сопоставимости результатов наблюдений за загрязнением объектов природной среды. Банки данных. Контроль качества наблюдений.	2	4
3	Определение видового состава с использованием метода микроскопии.	2	4
4	Виды рассеяния света.	2	4
5	Использование различных методов хроматографии в экологическом мониторинге.	2	4
Содержательный модуль 2			
6	Методы измерения квантовых выходов флюоресценции. Фотолюминесценция биологических систем.	2	4
7	Метод флуориметрии и его использование в биомониторинге.	2	6
8	Математическое моделирование динамики биомассы фитопланктона при воздействии различных биогенных и антропогенных факторов в качестве примера применения математического моделирования.	4	6

9	Использование автоматизированных комплексов на примере водных экосистем.	4	6
Всего часов		**22**	**42**

10.Индивидуальные задания

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

Вопросы к модульному контролю

1. Раскройте основные цели и задачи экологического мониторинга;
2. Перечислите и раскройте сущность методов экологического мониторинга;
3. Приведите выражения для вычисления определения предельно допустимых концентраций загрязнителей в водной, воздушной и почвенной средах;
4. Нормирование качества окружающей среды;
5. Опишите основные этапы организация мониторинга окружающей среды;
6. Отразите общие требования к проведению отбора, консервации и хранения проб;
7. Опишите процесс отбора и анализа проб воздуха;
8. Опишите процесс отбора и анализа проб природной и питьевой воды;
9. Опишите процесс отбора и анализа проб почвы;
10. Опишите процесс отбора и анализа растительного и животного материала;
11. Раскройте особенности метода микроскопии, его виды, возможности и области применения в экологическом мониторинге;
12. Раскройте особенности метода хроматографии, его виды, возможности и области применения в экологическом мониторинге;
13. Раскройте особенности метода флуориметрии, его виды, возможности и области применения в экологическом мониторинге;
14. Раскройте особенности метода спектроскопии, его виды, возможности и области применения в экологическом мониторинге;
15. Раскройте особенности метода спектрофотометрии, его виды, возможности и области применения в экологическом мониторинге;
16. Математическая обработка полученных экспериментальных данных;
17. Приведите основные модели прогнозирования и развития популяций и экосистем;
18. Покажите необходимость применения автоматизированных систем в экологическом мониторинге.

Контрольные вопросы к экзамену

1. Цель и задачи экологического мониторинга. Важность и практическое значение применения мониторинга в экологии.
2. Понятие предельно допустимой концентрации (ПДК), порога вредного действия (ПВД), предельно допустимого выброса (ПДВ) и сброса (ПДС). Нормирование качества природных сред (почвы, воздуха, воды).
3. Приоритетные контролируемые параметры природной среды. Фоновое загрязнение окружающей среды. Типовая программа наблюдений
4. Отбор проб природных объектов, предварительная подготовка, консервация и хранение.
5. Отбор проб воздуха для определения химического состава атмосферных аэрозолей. Отбор проб атмосферных осадков. Отбор проб снежного покрова.
6. Отбор проб поверхностных и подземных вод. Отбор проб донных отложений. Отбор проб почвы.
7. Отбор проб растительного материала. Отбор проб тканей животных.
8. Оценка сопоставимости результатов наблюдений за загрязнением объектов природной среды. Банки данных. Контроль качества наблюдений.

9. Оптическая микроскопия, электронная микроскопия, лазерная кофокальная микроскопия – принципы и особенности работы, роль в экологическом мониторинге.

10. Использование микроскопии для метода подсчета клеток и определения видового состава.

11. Особенности спектральных исследований биологических объектов. Виды рассеяния света.

12. Абсорбционная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния света (рамановская спектроскопия).

13. Спектрофотометрия, производная спектрофотометрия. Роль данных методов в экологическом мониторинге.

14. Классификация методов хроматографии по физической природе подвижной и неподвижной фаз, в зависимости от способа перемещения сорбатов, в зависимости от природы процесса.

15. Использование различных методов хроматографии в экологическом мониторинге.

16. Общие закономерности флуоресценции. Закон Вавилова. Закон Стокса. Принцип Франка-Кондона.

17. Константа флуоресценции. Квантовый выход. Спектры флуоресценции и её возбуждения.

18. Методы измерения квантовых выходов флюоресценции. Фотолюминесценция биологических систем.

19. Триплетное состояние молекул. Пути дезактивации возбужденного состояния. Замедленная флуоресценция и методы её регистрации.

20. Поляризация замедленной флуоресценции. Фосфоресценция и методы ее измерения. Квантовый выход фосфоресценции.

21. Метод флуориметрии и его использование в биомониторинге.

22. Обработка полученных экспериментальных данных. Способы математического описания отдельных представителей экосистемы.

23. Математические модели переноса вещества и прогнозирование локальной экологической обстановки.

24. Математическое моделирование динамики биомассы фитопланктона при воздействии различных биогенных и антропогенных факторов в качестве примера применения математического моделирования.

25. Причины необходимости автоматизации мониторинга экосистем. Основные принципы создания автоматизированных комплексов экологического мониторинга.

26. Использование автоматизированных комплексов на примере водных экосистем.

12.Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательный уровень	Магистр
Направление подготовки	06.04.01 Биология
Семестр	2
Учебная дисциплина	Биофизические методы в экологическом мониторинге

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Цель и задачи экологического мониторинга. Важность и практическое значение применения мониторинга в экологии.

2. Классификация методов хроматографии по физической природе подвижной и неподвижной фаз, в зависимости от способа перемещения сорбатов, в зависимости от природы процесса.

Утверждено на заседании кафедры биофизики
Протокол №___ от „___” _____ 20 г.

Зав. кафедрой биофизики Беспалова С.В.

Экзаменатор Чуфицкий С.В.

13.Образец тестового задания *(при наличии)*

14. Критерии оценивания

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

Зачетные модули	**Форма контроля**	**Баллы**
Содержательный модуль 1	Выполнение и сдача лабораторных работ	16
	Самостоятельная работа	5
Содержательный модуль 2	Выполнение и сдача лабораторных работ	12
	Самостоятельная работа	5
	Модульный контроль	12
Экзамен		50
Общий итог		100

Шкала оценивания:

По шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90–100	5 (отлично)	зачтено
B	80–89	4 (хорошо)	зачтено
C	75–79	4 (хорошо)	зачтено
D	70–74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60–69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35–59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

Экзамен оценивается в 50 баллов.

Для оценки экзамен преподаватель руководствуется следующими принципами:

50 баллов - показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы;

40 баллов - показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, но при ответе допущены несущественные ошибки;

30 баллов – показаны не систематические и не глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, при ответе допущено несколько существенных ошибок;

20 баллов - показаны поверхностные знания при ответе на теоретические вопросы билета, при ответе допущено много существенных ошибок;

-простые вопросы по знанию основных определений и формул, воспроизведены отдельные фрагменты материала с помощью экзаменатора.

0 - полное незнание материала.

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения **лекционных занятий** требуется аудитория на группу, оборудованная меловой или интерактивной доской, мультимедийным проектором и экраном.

1. Для обеспечения **лабораторных занятий** по данному курсу необходима оборудованная соответствующим образом лаборатория, а также компьютерный класс
2. Меловая или интерактивная доска.
3. Световой микроскоп, камера Горяева, спектрофотометр Ulab, флуориметр Walz Phyto-PAM, лабораторная посуда.
4. Пакет программ MathCad, MatLab.
5. Выход в Интернет.
6. Текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

16. Рекомендованная литература

Основная

1. Корниенко В. О. Экологическая биофизика. Модуль 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. О. Корниенко, С.В. Беспалова ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).

2. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды [Электронный ресурс] / [сост. А. И. Сафонов]. - Электронные текстовые данные. - Донецк : ДонНУ, 2017.

3. Биофизические методы исследования биологических систем. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / [сост. С. В. Беспалова, Ю. А. Легенький, В. О. Корниенко, С. В. Чуфицкий, Р. А. Капшуков] ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).

4. Алемасова, А. С. Экологическая аналитическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. С. Алемасова, К. С. Луговой ; Донецкий нац. ун-т, Каф. аналит. химии. - Донецк : ДонНУ, 2010. - электронные данные (1 файл).

Дополнительная

1. Основы математической обработки экспериментальных данных в биологии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / [сост. Е. В. Тимошенко] ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017 – Электронные данные (1 файл).

2. Экологическая биофизика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / С. В. Беспалова, В. О. Корниенко, С. В. Чуфицкий, Е. С. Сергеева; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донец : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).

3. Екологія довкілля. Охорони природи [Текст] : Навч. посіб. для студ вузів / В. Грицик, Ю. Канарський, Я. Бедрій. - Київ : Кондор, 2009. - 290 с. (**46 экз.)**

4. Биологический контроль окружающей среды [Текст] : генетический мониторинг : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Биология" и биологическим специальностям / [С. А. Гераськин, Е. И. Сарапульцева, Л. В. Цаценко и др.] ; под ред. С. А. Гераськина, Е. И. Сарапульцевой. - Москва : Академия, 2010. - 207 с. (**30 экз.**)

17. Информационные ресурсы

1. http://biomolecula.ru/content/1844
2. http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/0004_007.pdf
3. http://library.biophys.msu.ru/PDF/3362.pdf
4. http://all-ecology.ru/index.php?request=full&id=283

18. Программное обеспечение (при наличии)

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .

Заведующий кафедрой биофизики С.В. Беспалова