

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА БИОФИЗИКИ**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

«28» июня 2019 г.



**Рабочая программа учебной дисциплины  
«БИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ»  
(спецкурс №3)**

Направление подготовки:	06.04.01 Биология
Магистерская программа:	биофизика
Программа подготовки:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная, заочная

Донецк 2019



УТВЕРЖДАЮ:

Декан биологического факультета

О.С. Горетский

«26» июня 2019 г.

Программа учебной дисциплины «Биофизические методы в экологическом мониторинге» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. № 1052.


Программа дисциплины составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от "28" сентября 2016 г. № 1002, зарегистрированного в Министерстве юстиции ДНР от 20 октября 2016 г. № 1652, «Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования», утвержденный приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики «10» ноября 2017 года № 1171, учебных планов по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденных Ученым Советом Университета от 02.04.2019 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 102/05 от 31.05 2019 г.).

Разработчик:

к.ф.-м.н., доцент кафедры биофизики

 А.А. Гусев

ст.преподаватель кафедры биофизики

 С.В. Чуфицкий

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 13 от «23» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой

 С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 9 от «24» мая 2019 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» входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 06.04.01 Биология (магистерская программа: биофизика).

Дисциплина реализуется на биологическом факультете ГОУ ВПО «ДонНУ» кафедрой биофизики. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами: Компьютерные технологии в биологии, Экологическая биофизика, Количественный анализ биологических данных, Методология и методы научных исследований, Современная экология и глобальные экологические проблемы, Математическое моделирование биологических процессов.

Дисциплина является основой для изучения дисциплин Механизмы трансформации энергии в фотосинтезе, Современные проблемы биологии (биофизика), прохождения Производственной практики (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Научно-исследовательской работы, Преддипломной практики и будущей профессиональной деятельности.

## 2. Структура дисциплины

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	06.04.01 Биология	
Магистерская программа	биофизика	
Программа подготовки	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	2
Год подготовки	1	1
Семестр	2	72
Количество часов	72	
- лекционных		
- практических, семинарских	14	4
- лабораторных	14	2
- самостоятельной работы	44	66
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов, т.ч.	5,1	
аудиторных	1+1	

## 3. 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 ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 06.04.01 Биология и основной образовательной программы высшего образования направления подготовки 06.04.01 Биология (магистерская программа: биофизика):

**а) общекультурных (ОК):**

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (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 исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов (ОПК-4);

- готовность творчески 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 и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (ПК-3);

- способность генерировать новые идеи и методические решения (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.

#### **4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса**

Дисциплина «Биофизические методы в экологическом мониторинге» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические и 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
	<i>Содержательный модуль 1</i>
<b>Тема 1.</b> 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.
<b>Тема 2.</b> Использование метода микроскопии	Оптическая микроскопия, электронная микроскопия, лазерная конфокальная микроскопия – принципы и особенности работы, роль в экологическом мониторинге. Метод счета клеток. Определение видового состава с использованием метода микроскопии.
<b>Тема 3.</b> 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. Флуоресцентная спектроскопия.
<b>Тема 4.</b> Хроматографические 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.
	<i>Содержательный модуль 2</i>
<b>Тема 5.</b> Флуоресцентный анализ состояния биообъектов. Метод флуориметрии	Общие закономерности флуоресценции. Закон Вавилова. Закон Стокса. Принцип Франка-Кондона. Константа флуоресценции. Квантовый выход. Спектры флуоресценции и её возбуждения. Методы измерения квантовых выходов флуоресценции. Фотолюминесценция биологических систем. 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.
<b>Тема 6.</b> 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.
<b>Тема 7.</b> 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
<b>Тема 1.</b> Формирование программы наблюдений и отбор проб	10		2	2	6			11	1		9	
<b>Тема 2.</b> Использование метода микроскопии	10		2	2	6			9		1	9	
<b>Тема 3.</b> Использование метода спектроскопии.	10		2	2	6			10	1		9	
<b>Тема 4.</b> Хроматографические методы.	10		2	2	6			9			9	
<b>Итого по 1 содержательному модулю</b>	<b>40</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>			<b>39</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 2											
	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 5.</b> Флуоресцентный анализ состояния биообъектов. Метод флуориметрии	14		2	2	10			12	1		10	
<b>Тема 6.</b> Математическое моделирование в экологическом мониторинге	9		2	2	5			10		1	10	
<b>Тема 7.</b> Автоматизация процесса экологического мониторинга	9		2	2	5			11	1		10	
<b>Итого по 2 содержательному модулю</b>	<b>32</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>20</b>			<b>33</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	
<b>Всего часов по модулю</b>	<b>72</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>44</b>			<b>72</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>66</b>	



## 5. Методические рекомендации для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.

Лекционные занятия не предусмотрены учебным планом.

### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Тема практического занятия	Количество часов
1	Формирование программы наблюдений и отбор проб	2
2	Использование метода микроскопии	2
3	Использование метода спектроскопии.	2
4	Хроматографические методы.	2
5	Флуоресцентный анализ состояния биообъектов. Метод флуориметрии	2
6	Математическое моделирование в экологическом мониторинге	2
7	Автоматизация процесса экологического мониторинга	2
<b>Всего часов</b>		<b>14</b>

### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Тема лабораторного занятия	Количество часов
1	Решение задач по определению предельно допустимой концентрации (ПДК), порога вредного действия (ПВД), предельно допустимого выброса (ПДВ) и сброса (ПДС)	2
2	Определение содержания растворенного кислорода, показателей рН и щелочности природных вод.	2
3	Фотометрическое исследование природных проб почвы	2
4	Оценка степени загрязнения воздуха различными методами	2
5	Изучение параметров флуоресценции культуры микроводорослей при темновой и световой адаптации	2
6	Изучение влияния ионов меди на флуоресценцию хлорофилла фитопланктона	2
7	Применение упрощенных математических моделей в экологическом мониторинге	2
<b>Всего часов</b>		<b>14</b>

## 6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.

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

№	Название темы	Количество часов
		дневная форма
Содержательный модуль 1		
1.	Нормирование качества природных сред (почвы, воздуха, воды).	2

2.	Подготовка к Лабораторной работе 1	2
3.	Оценка сопоставимости результатов наблюдений за загрязнением объектов природной среды. Банки данных. Контроль качества наблюдений.	2
4.	Подготовка к Лабораторной работе 2	3
5.	Определение видового состава с использованием метода микроскопии.	3
6.	Подготовка к Лабораторной работе 3	3
7.	Виды рассеяния света.	3
8.	Подготовка к Лабораторной работе 4	3
9.	Использование различных методов хроматографии в экологическом мониторинге.	3
<b>Всего по содержательному модулю 1</b>		<b>24</b>
<b>Содержательный модуль 2</b>		
10.	Методы измерения квантовых выходов флуоресценции. Фотолуминесценция биологических систем.	2
11.	Подготовка к Лабораторной работе 5	3
12.	Метод флуориметрии и его использование в биомониторинге.	2
13.	Подготовка к Лабораторной работе 6	3
14.	Математическое моделирование динамики биомассы фитопланктона при воздействии различных биогенных и антропогенных факторов в качестве примера применения математического моделирования.	2
15.	Подготовка к Лабораторной работе 7	3
16.	Использование автоматизированных комплексов на примере водных экосистем.	5
<b>Всего по содержательному модулю 2</b>		<b>20</b>
<b>Всего часов</b>		<b>44</b>

## 7. Индивидуальные задания

## 8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

### 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 флуоресценции. Фотолюминесценция биологических систем.
19. Триpletное 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.

## **9. Образец модульного контроля**

### **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. Отрадите 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.

## 10. Образец экзаменационного билета

### *Образец экзаменационного билета*

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Направление подготовки:*

**06.04.01 Биология**

*Магистерская программа:*

**биофизика**

*Программа подготовки:*

**академическая магистратура**

*Семестр*

**1**

*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

\_\_\_\_\_

## **11. Образец тестового задания (при наличии)**

## **12. Критерии оценивания**

Результаты промежуточной аттестации оцениваются по государственной шкале и шкале ECTS.

	<b>Форма контроля</b>	<b>Баллы</b>
Содержательный модуль 1	Выполнение и сдача лабораторных работ	16
	Самостоятельная работа	10
Содержательный модуль 2	Выполнение и сдача лабораторных работ	12
	Самостоятельная работа	10
	Модульный контроль	12
<b>Экзамен</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог</b>		<b>100</b>

*Соответствие государственной шкалы оценивания  
академической успеваемости и шкалы ECTS*

<b>Оценка по шкале ECTS</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ</b>	<b>Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>Оценка по государственной шкале (зачет)</b>
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 40 баллов.**

Для оценки экзамена преподаватель руководствуется следующими критериями:

**40-30 баллов** - показаны систематические и глубокие знания при ответе на вопросы билета;

**29-20 баллов** - показаны систематические и глубокие знания при ответе на вопросы билета, но при ответе допущены несущественные ошибки;

**19-10 баллов** – показаны не систематические и не глубокие знания при ответе на вопросы билета, при ответе допущено несколько существенных ошибок;

**9-1 балл** - показаны поверхностные знания при ответе на вопросы билета, при ответе допущено много существенных ошибок, воспроизведены отдельные фрагменты материала с помощью экзаменатора.

**0** - полное незнание материала.

### **13. Материально-техническое обеспечение учебного процесса**

Для проведения **практических занятий** требуется аудитория на группу, оборудованная меловой или интерактивной доской, проекционными средствами и экраном.

Для обеспечения **лабораторных занятий** по данному курсу необходима оборудованная соответствующим образом лаборатория, а также компьютерный класс, меловая или интерактивная доска, выход в Интернет, текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

#### **14. 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. – Донецк : 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.**)

#### **15. Информационные ресурсы**

1. <http://library.donnu.ru/catalog/> – Электронный каталог+ 3 Электронные картотеки Научной библиотеки ДонНУ
2. <http://repo.donnu.ru/> – Электронный архив ДонНУ (репозиторий)
3. <http://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека (НЭБ)
4. <https://dvs.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций
5. <https://www.biblio-online.ru/> – Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»
6. <https://cyberleninka.ru/> – Научная электронная библиотека «Киберленинка»

#### **16. Программное обеспечение (при наличии)**

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614),
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919)

3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения:
  - FreeLab,
  - Scilab,
  - R Studio,
  - Free Pascal,
  - Антивирус Касперского,
  - Adobe Acrobat Reader,
  - xPDF.

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