

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)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 13 » 10 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки **06.04.01 «Биология»**  
Профиль/программа подготовки **«Биотехнология»**  
Уровень высшего образования **магистратура**  
Форма обучения **очно-заочная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
III	5 (180)	6	-	32	142	Зачет
ИТОГО	5 (180)	6	-	32	142	Зачет

Владимир 2015

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Бионанотехнологии» является формирование у студентов теоретических и практических знаний по анализу обще- и молекулярно-генетических процессов и явлений у микроорганизмов, растений и животных, а также их значению в современном биотехнологическом процессе.

### 2. \_\_\_\_\_ М ЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Бионанотехнологии» относится к дисциплинам по выбору Блока 1. Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении естественно-научных дисциплин, таких как «Биология клеток и тканей», «Современные проблемы биологии», а также «Философские проблемы естествознания». Также дисциплина «Бионанотехнологии» является фундаментом для изучения дисциплин «Клеточная инженерия растений» и «Экологическая биотехнология».

### 3. \_\_\_\_\_ К ОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1. **Знать:** фундаментальные биологические принципы структурной и функциональной организации биологических объектов, физиологические основы и молекулярные механизмы жизнедеятельности, общие процессы жизнедеятельности целостного организма, его органов, тканей, клеток и структурных элементов клеток (ОПК-3)
2. **Уметь:** использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач (ОПК-3), применять методические основы выполнения лабораторных биологических исследований, использовать современную аппаратуру (ПК-3)
3. **Владеть:** способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1)

### 4. \_\_\_\_\_ С ТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) 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	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС		
1	Введение в нанотехнологию и нанобиотехнологию.	3	1	1				10		
2	Наночастицы и их использование	3	1-4	1		6		42	4 (57%)	
3	Биочипы	3	5-8	1		8		25	4 (44%)	1 рейтинг- контроль
4	Нанобиоматериалы на основе белков и пептидов	3	9-11	1		4		25	3 (60%)	
5	Биокатализ и нанобиотехнология	3	12-13	1		4		10		2 рейтинг- контроль
6	Наноструктуры биологической мембраны.	3	14-18	1		10		30	5 (45%)	3 рейтинг- контроль, зачет
ИТОГО			18	6		32		142	16 (42%)	3 р/к, зачёт

#### 4.1. Теоретический курс.

**Введение в нанотехнологию и нанобиотехнологию.** Определения нанотехнологий и их основные направления. Бионанотехнологии. Объекты и методы нанобиотехнологии. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии. Наноматериалы и их классификация.

**Наночастицы и их использование.** Типы наночастиц, применяющихся в медицине. Взаимодействие наночастиц с биомолекулами и механизмы их проникновения в клетки. Влияние на структурно-функциональное состояние клеток и их компонентов. Характеристика вирусных наночастиц и их использование в медицине. Липосомы как бионанокапсулы для транспорта биологически активных соединений и лекарств. Методы получения липосом, их применение в медицине. Механизмы проникновения липосом в клетки. Ультифункциональные дендритные молекулы: перспективы применения в медицине и биологии. Строение и свойства дендримеров. Углеродные нанотрубки и фуллерены. Наноантитела: применение в биологии и медицине. Системы доставки нуклеиновых кислот в клетки. Доставка нуклеиновых кислот в клетки с использованием вирусных векторов. Нанотранспортные системы доставки нуклеиновых кислот в клетки-мишени: липоплексы, липосомы, векторы на основе белков, углеводные векторы, другие типы наночастиц для доставки нуклеиновых кислот. Золотые и серебряные наночастицы, их применение в биологии и медицине. Проблемы бионанотехнологии и наномедицины.

**Биочипы.** Бионанотехнологии для медицинской диагностики. Биочипы: принципы создания, типы, биомедицинское применение.

**Нанобиоматериалы на основе белков и пептидов.** Принципы образования белковых комплексов. Олигомеризация и агрегация белков. Примеры природных супрамолекулярных белковых ансамблей. Инженерия наноструктур заданной архитектуры на основе белков и пептидов. Белковые капсулы и их

применение. Другие белковые наносистемы и их применение. Филаменты цитоскелета. Пептидные нанотрубки. S-слои. Использование в качестве одномерных и двумерных матриц для самоорганизации нанообъектов. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов. Природные нанокомпозитные системы (костная ткань, соединительная ткань). Синтетические гибридные наноматериалы на основе белков и пептидов. Возможности использования в медицине и технике.

**Биокатализ и нанобиотехнология.** Новые возможности биокатализа в нанобиотехнологии. Ферромагнитные белки и ферменты. Биоэлектрокатализ и нанобиосенсоры. Биокатализ и энергетика. Биокатализ и экология. Регистрация взаимодействий антиген-антитело с использованием ферментативного синтеза полимерных наноструктур.

**Наноструктуры биологической мембраны.** Наноструктуры биологической мембраны. Липидные (монослой, бислой) наноструктуры. Белковые (в т.ч. рецепторы, каналы, АТФазы) наноструктуры. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Особенности наноструктур, лежащих в основе электрических и рецепторных свойств клетки.

#### 4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия предназначены для закрепления теоретических знаний, полученных на лекциях.

*Примерная тематика лабораторных работ:*

1. Генная инженерия, основы лабораторной работы.
2. Выделение геномной ДНК из лука.
3. Использование микроорганизмов в хлебопечении.
4. Полимеразная цепная реакция.

5.

### **О** **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

используемые при реализации содержания учебной дисциплины «Бионанотехнологии». В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода в рамках дисциплины предусматривается использование в учебном процессе следующих образовательных технологий:

- Технология формирования приемов учебной работы – усвоение и воспроизведение студентами готовой учебной информации с использованием средств наглядности (схем, таблиц, алгоритм выполнения практических работ, карт, мультимедийных учебников и т.д.)
- Технология дифференцированного обучения.
- Технология коллективного взаимообучения.
- Технология модульного обучения
- Технология формирования учебной деятельности
- Технология «критического мышления».
- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

6.

### **О** **ЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

*Контрольные вопросы по разделам программы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:*

**Вопросы рейтинг- контроля:**

#### **Рейтинг-контроль 1**

1. Определения нанотехнологий и их основные направления. Бионанотехнологии.
2. История возникновения нанотехнологии.
3. Примеры нанообъектов и наносистем, их технические приложения. Объекты и методы нанобиотехнологии.
4. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии. Наноматериалы и их классификация.
5. Общая характеристика наночастиц. Основные направления использования наночастиц в биологии и медицине. Типы наночастиц, применяющихся в медицине.

6. Пути поступления наночастиц в организм. Взаимодействие наночастиц с биомолекулами и механизмы их проникновения в клетки.
7. Влияние на структурно-функциональное состояние клеток и их компонентов.
8. Характеристика вирусных наночастиц и их использование в медицине. Липосомы как бионанокapsулы для транспорта биологически активных соединений и лекарств. Методы получения липосом.
9. Создание различных типов липосом и их применение в медицине. Механизмы проникновения липосом в клетки.
10. Ультифункциональные дендритные молекулы: перспективы применения в медицине и биологии. Строение и свойства дендримеров.
11. Углеродные нанотрубки и фуллерены. Перспективы нанотехнологий. Бионанотехнологии для медицинской диагностики.

### **Рейтинг-контроль 2**

1. Наноантитела: применение в биологии и медицине.
2. Системы доставки нуклеиновых кислот в клетки. Доставка нуклеиновых кислот в клетки с использованием вирусных векторов.
3. Нанотранспортные системы доставки нуклеиновых кислот в клетки-мишени: липоплексы, липосомы, векторы на основе белков, углеводные векторы, другие типы наночастиц для доставки нуклеиновых кислот.
4. Липоплексы и перспективы их применения в биологии и медицине.
5. Золотые и серебряные наночастицы, их применение в биологии и медицине. Проблемы бионанотехнологии и наномедицины.
6. Биочипы: принципы создания, типы, биомедицинское применение.
7. Принципы образования белковых комплексов. Олигомеризация и агрегация белков. Примеры природных супрамолекулярных белковых ансамблей.
8. Инженерия наноструктур заданной архитектуры на основе белков и пептидов. Белковые капсулы и их применение. Другие белковые наносистемы и их применение.
9. Филаменты цитоскелета. Пептидные нанотрубки. S-слои. Использование в качестве одномерных и двумерных матриц для самоорганизации нанообъектов.
10. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов. Природные нанокомпозитные системы (костная ткань, соединительная ткань).

### **Рейтинг-контроль 3**

1. Синтетические гибридные наноматериалы на основе белков и пептидов. Возможности использования в медицине и технике.
2. Новые возможности биокатализа в нанобиотехнологии. Ферромагнитные белки и ферменты.
3. Биоэлектрокатализ и нанобиосенсоры.
4. Биокатализ и энергетика.
5. Биокатализ и экология.
6. Регистрация взаимодействий антиген-антитело с использованием ферментативного синтеза полимерных наноструктур.
7. Наноструктуры биологической мембраны. Липидные (монослои, бислои) наноструктуры. Белковые (в т.ч. рецепторы, каналы, АТФазы) наноструктуры.
8. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Особенности наноструктур, лежащих в основе электрических и рецепторных свойств клетки.

### ***Вопросы к зачету по дисциплине «Бионанотехнологии».***

1. Определения нанотехнологий и их основные направления. Бионанотехнологии. История возникновения нанотехнологии.
2. Примеры нанообъектов и наносистем, их технические приложения. Объекты и методы нанобиотехнологии. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии.
3. Наноматериалы и их классификация.
4. Общая характеристика наночастиц. Основные направления использования наночастиц в биологии и медицине. Типы наночастиц, применяющихся в медицине.
5. Пути поступления наночастиц в организм. Взаимодействие наночастиц с биомолекулами и механизмы их проникновения в клетки. Влияние на структурно-функциональное состояние клеток и их компонентов.
6. Характеристика вирусных наночастиц и их использование в медицине.

7. Липосомы как бионанокапсулы для транспорта биологически активных соединений и лекарств. Методы получения липосом.
8. Создание различных типов липосом и их применение в медицине. Механизмы проникновения липосом в клетки.
9. Ультифункциональные дендритные молекулы: перспективы применения в медицине и биологии. Строение и свойства дендримеров.
10. Дендримеры – универсальная система доставки лекарственных препаратов в клетки-мишени.
11. Углеродные нанотрубки и фуллерены.
12. Наноантигены: применение в биологии и медицине.
13. Системы доставки нуклеиновых кислот в клетки. Доставка нуклеиновых кислот в клетки с использованием вирусных векторов.
14. Нанотранспортные системы доставки нуклеиновых кислот в клетки-мишени: липоплексы, липосомы, векторы на основе белков, углеводные векторы, другие типы наночастиц для доставки нуклеиновых кислот.
15. Липоплексы и перспективы их применения в биологии и медицине.
16. Золотые и серебряные наночастицы, их применение в биологии и медицине. Проблемы бионанотехнологии и наномедицины.
17. Перспективы нанотехнологий. Бионанотехнологии для медицинской диагностики.
18. Биочипы: принципы создания, типы, биомедицинское применение.
19. Принципы образования белковых комплексов. Олигомеризация и агрегация белков. Примеры природных супрамолекулярных белковых ансамблей.
20. Инженерия наноструктур заданной архитектуры на основе белков и пептидов. Белковые капсулы и их применение. Другие белковые наносистемы и их применение.
21. Филаменты цитоскелета. Пептидные нанотрубки. S-слои. Использование в качестве одномерных и двумерных матриц для самоорганизации нанообъектов.
22. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов. Природные нанокомпозитные системы (костная ткань, соединительная ткань).
23. Синтетические гибридные наноматериалы на основе белков и пептидов. Возможности использования в медицине и технике.
24. Новые возможности биокатализа в нанобиотехнологии. Ферромагнитные белки и ферменты.
25. Биоэлектрокатализ и нанобиосенсоры.
26. Биокатализ и энергетика.
27. Биокатализ и экология.
28. Регистрация взаимодействий антиген-антитело с использованием ферментативного синтеза полимерных наноструктур.
29. Наноструктуры биологической мембраны. Липидные (монослои, бислои) наноструктуры. Белковые (в т.ч. рецепторы, каналы, АТФазы) наноструктуры.
30. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Особенности наноструктур, лежащих в основе электрических и рецепторных свойств клетки.

### ***РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ***

Самостоятельная работа студентов по курсу «Бионанотехнологии» включает изучение теоретического материала, решение задач и заданий, работу с научной, учебной, методической литературой. Самостоятельная работа способствует развитию у студента таких необходимых навыков, как выбор и решение поставленной задачи, сбор и аналитический анализ опубликованных данных, умение выделять главное и делать обоснованное заключение. Самостоятельная работа способствует развитию у студентов навыков самостоятельного исследования, научного и литературного саморедактирования.

В курсе «Бионанотехнологии» часть теоретического материала, не вошедшего в лекционный курс, предлагается студентам для самостоятельного изучения. Темы для самостоятельной разработки приведены ниже. Самостоятельное изучение теоретического материала предполагает работу с учебной, научной и справочной литературой. Результатом работы, которая проверяется преподавателем, может быть конспект (по желанию студента), схемы, таблицы.

*Перечень тем для самостоятельной работы студентов:*

1. Ультифункциональные дендритные молекулы: перспективы применения в медицине и биологии. Строение и свойства дендримеров.
2. Дендримеры – универсальная система доставки лекарственных препаратов в клетки-мишени.
3. Углеродные нанотрубки и фуллерены.

4. Перспективы нанотехнологий. Бионанотехнологии для медицинской диагностики.
5. Липоплексы и перспективы их применения в биологии и медицине.
6. Золотые и серебряные наночастицы, их применение в биологии и медицине.
7. Филаменты цитоскелета. Пептидные нанотрубки. S-слои. Использование в качестве одномерных и двумерных матриц для самоорганизации нанообъектов.
8. Биокатализ и энергетика.
9. Биокатализ и экология.

## 7. У **ЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### ***а) основная литература***

1. Горленко, Валентина Андреевна. Научные основы биотехнологии: учебное пособие: [в ч.] / В. А. Горленко, Н. М. Кутузова, С. К. Пятунина.— Москва: Прометей, 2013. Ч. 1: Нанотехнологии в биологии.— 2013.— 261 с. : ил., табл., портр. — Библиогр.: с. 257-261.— ISBN 978-5-7042-2445-7.
2. Нуклеиновые кислоты: От А до Я [Электронный ресурс] / Б. Аппель; под ред. С. Мюллер. - М.: БИНОМ, 2015.
3. Очарование нанотехнологии [Электронный ресурс] / Хартманн У. - М.: БИНОМ, 2014
4. Нанобиотехнологии [Электронный ресурс] / под ред. А.Б. Рубина. - М.: БИНОМ, 2013.

### ***б) дополнительная литература***

1. Иммуно- и нанобиотехнология : учебное пособие для послевузовского профессионального образования врачей и провизоров / Э. Г. Деева [и др.] .— Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2008 .— 215 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 203-207 .— Предм. указ.: с. 208-215 .— ISBN 978-5-903090-16-7
2. Биомедицинская инженерия: проблемы и перспективы [Эл. рес.]: учеб. пособие / Г.Н. Пахарьков. - СПб.: Политехника, 2011
3. Иммуногены и вакцины нового поколения [Электронный ресурс] / Петров Р.В., Хаитов Р.М. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011
4. Генетическая инженерия [Эл. рес.]: учеб.-справ. пособие / С.Н. Щелкунов. - 4-е изд., стер. - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2010.
5. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии: [научное издание]: пер. с англ. / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер; перевод под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова.— Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012.— 848 с. : ил. — (Методы в биологии) .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-94774-937-3.

### ***в) периодические издания:***

- «Клеточная терапия и трансплантация» - научный журнал
- «Молекулярная и прикладная генетика» - научный журнал
- «Медицинская генетика» - научный журнал
- «Молекулярная биология» - научный журнал
- «Гены и клетки» - научный журнал
- «Технологии живых систем»- научный журнал
- «Acta Naturae» - научный журнал
- «Biotechnologia Acta» - научный журнал
- «Живые системы». - научный электронный журнал

### ***г) интернет-ресурсы:***

- генная инженерия - <http://medbiol.ru/medbiol/genexp/00050414.htm>
- геном. геномика. - <http://xn--d1aacnkch5m.xn--p1ai/14-bez-rubriki/35-bezomyannyj-2.html>
- геномика. виды геномики. задачи геномики. источник: <http://medicalplanet.su/genetica/147.html>
- medicalplanet - <http://medicalplanet.su/genetica/147.html>
- геномика: постановка задачи и методы секвенирования - <http://postnauka.ru/longreads/468>
- биотехнология - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

---

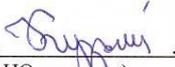
**МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционный курс читается в классической аудитории. Для лекций: мультимедийные средства, презентации, наглядные пособия, таблицы и др.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории (ауд. 127а-1). В преподавании используются имеющиеся в составе УМК материалы. Для лабораторных работ: аналитические весы, термостат, холодильник, водяная баня, электроплитка, автопипеточные дозаторы, спектрофотометр, центрифуга.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.04.01 «Биология».

Рабочую программу составил доцент каф. биологии и экологии Князьков И.Е.   
(ФИО, подпись)

Рецензент: директор МАОУ ДПОС г. Владимира "ГИМЦ" Кузьмин А.Ю.   
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии и экологии.

Протокол № 5/1 от 13.10.2015 года

Заведующий кафедрой  Т.А.Трифорова  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 06.04.01 «Биология».

Протокол № 1/1 от 13.10.2015 года

Председатель комиссии  Т.А.Трифорова  
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Бионанотехнологии»**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

Институт \_\_\_\_\_ биологии и экологии \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ биологии и экологии \_\_\_\_\_

Актуализированная  
рабочая программа  
рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Трифонова Т.А.  
(подпись, ФИО)

**Актуализация рабочей программы дисциплины**

\_\_\_\_\_ **«Бионанотехнологии»** \_\_\_\_\_ .  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки	060301 «Биология»
Профиль/программа подготовки	«Общая биология»
Уровень высшего образования	бакалавр
Форма обучения	очно-заочная

Владимир 20\_\_

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена: доц. каф. биологии и экологии Князьковым И.Е.   
(подпись, должность, ФИО)

**а) основная литература**

1. Биохимия: учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 768 с.
2. Дмитриев А.Д., Амбросьева Е.Д./ Биохимия: Учебное пособие ББК: 28.07 Издательство: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2013 - 168 с.
3. Современные проблемы биохимии. Методы исследований [Эл. рес.]: учеб. пособие / Е.В. Барковский [и др.]; под ред. проф. А.А. Чиркина. – Минск: Выш. шк., 2013. – 491 с.
4. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Эл. рес.] / ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер; пер. с англ.—2-е изд. (эл.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015, 855 с.

**б) дополнительная литература**

1. Запруднова Е.А., Гладилкина А.Г. Практикум по биохимии. /Владимир: Ред.-издат. комплекс ВлГУ, 2011 – 55 с.
2. Комов, Вадим Петрович. Биохимия. / В. П. Комов, В. Н. Шведова.— 3-е изд., стер. — Москва: Дрофа, 2008 – 439 с.
3. Ауэрман Т. Л. Суслинок Г. М. Генералова Т. Г. Основы биохимии: Учебное пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Суслинок. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 400 с.
4. Нуклеиновые кислоты [Эл. рес.] : От А до Я / Б. Аппель [и др.] ; под ред. С. Мюллер; пер. с англ. — 2-е изд. (эл.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.2015 — 424 с.

**в) периодические издания:**

«Биоорганическая химия» - научный журнал  
«Биохимия» - научный журнал  
«Журнал эволюционной биохимии и физиологии» - научный журнал  
«Молекулярная биология» - научный журнал  
«Успехи биологической химии» - научный журнал  
«Биомедицинская химия» - научный журнал  
«Журнал стресс-физиологии и биохимии» - научный журнал  
«Прикладная биохимия и микробиология» - научный журнал

**г) интернет-ресурсы:**

1. [www.biokhimija.ru](http://www.biokhimija.ru)
2. [www.biochemistry.ru](http://www.biochemistry.ru)
3. [www.sci-lib.com](http://www.sci-lib.com)
4. [www.humbio.ru](http://www.humbio.ru)