

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и  
инновационной деятельности, к.т.н.,  
доцент

 Ирзаев Г.Х.

« 17 » 09 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ПО**  
**НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ**  
**06.06.01. «Биологические науки» Направленность -Биохимия**  
**по дисциплине Б1.В. ОД. 5 Биоэнергетика**

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах)- 2 ЗЕТ (72 ч.)

Лекции -17ч.; практические занятия- 34ч.

Самостоятельная работа – 21ч.

Зачет -2 курс

Махачкала 2019

## **1. Общие положения**

Настоящая рабочая программа учебной дисциплины «Биоэнергетика» – модуль основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре разработана на основании законодательства Российской Федерации в системе высшего профессионального образования, в том числе: Федерального закона РФ от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и Приказа Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 871 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)».

## **2. Цель освоения дисциплины**

Дисциплина «Биоэнергетика» основана на эволюционных представлениях о развитии живого и направлена на изучение динамики биологических процессов в организме и жизнедеятельности организма как целого, в его неразрывной связи с окружающей средой.

Биоэнергетика является одной из важнейших дисциплин в системе подготовки высококвалифицированных специалистов-биохимиков, поскольку дает информацию об источниках энергообеспечения процессов жизнедеятельности, регуляции энергетических процессов, взаимопревращении различных видов энергии в живом организме.

Современная биоэнергетика тесно связана с биохимией, биофизикой, микробиологией, ксенобиологией, мембранологией, физиологией, космической биологией. Изучение данной дисциплины позволяет расширить научный кругозор аспирантов-биохимиков, способствует получению знаний и практических навыков, необходимых для самостоятельного проведения исследований на современном научно-методическом уровне.

Цель курса – сформировать у аспирантов целостную систему знаний об основных путях, механизмах регуляции и взаимосвязи энергетических процессов в клетке.

## **3. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Биоэнергетика» входит в число обязательных дисциплин основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 06.06.01 Биологические науки, специальность 03.01.04 «Биохимия».

## **4. Компетенции обучающихся, формируемые в результате освоения дисциплины**

Освоение дисциплины «Биоэнергетика» направлено на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению

подготовки 06.06.01 Биологические науки, специальность 03.01.04 Биохимия:

#### **4.1. Универсальные компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на 60 государственном и иностранном языках (УК-4).

#### **4.2. Общепрофессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)

#### **4.3. Профессиональные компетенции:**

- владением навыками организации, планирования и управления биохимическими процессами в соответствующей профессиональной области (ПК-2);
- способностью прогнозировать направление и результат биохимических и физико-химических процессов и явлений, химических превращений биологически активных молекул, происходящих в живых системах (ПК-4);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования, лабораторных и контрольно-измерительных приборов для исследования структуры, функций, биохимических, физико-химических, молекулярно-биологических механизмов жизнедеятельности биологических объектов (ПК-5);
- готовностью применять современные физико-химические методы исследований живых систем и биологических объектов для решения задач профессиональной направленности (ПК-6);
- способностью к рациональному выбору приемов и средств исследования химического процесса с учетом профиля своей профессиональной деятельности (ПК-7).

**В результате изучения дисциплины аспирант должен**

**- знать:**

- источники энергетического обеспечения метаболизма в живых системах
- разнообразие путей превращения энергии в живых клетках
- основные понятия, термины и законы биоэнергетики.

- **уметь:**

- использовать знания о способах преобразования энергии в живых системах для выяснения функционального назначения процессов энергообеспечения в живом организме □

- использовать методы биоэнергетики в исследовательской практике.

- **владеть:**

- современными методами анализа на целых клетках и изолированных клеточных органеллах;

- математическими методами обработки результатов биологических исследований.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ « Биоэнергетика »

### 5.1 Содержание дисциплины

| № | Раздел дисциплины   | Семестр | ЛК | ПЗ | ЛБ | СР | Формы текущего контроля    |
|---|---|---------|----|----|----|----|----------------------------|
| 1 | 2   | 3       | 4  | 5  | 6  | 7  | 8                          |
| 1 | <b>Лекция 1.</b> Введение.<br>Рассмотрение клеточных процессов с точки зрения термодинамики | 3       | 2  | 5  |    | 3  | Входная контрольная работа |
| 2 | <b>Лекция 2.</b><br>Биоэнергетическая классификация мембран                                 |         | 2  | 5  |    | 3  | Контрольная работа № 1     |
| 3 | <b>Лекция 3.</b> Методы мембранной биоэнергетики  |         | 2  | 4  |    | 3  |                            |

|   |   |          |           |           |          |           |                        |
|---|---|----------|-----------|-----------|----------|-----------|------------------------|
| 4 | <b>Лекция 4.</b> Первичные генераторы трансмембранного потенциала в энерготрансформирующих органеллах |          | 2         | 4         |          | 3         |                        |
| 5 | <b>Лекция 5</b><br>Митохондриальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки                |          | 2         | 4         | -        | 3         | Контрольная работа № 2 |
| 6 | <b>Лекция 6</b><br>Микросомальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки.                 |          | 2         | 4         | -        | 3         |                        |
| 7 | <b>Лекция 7</b><br>Кислород и дыхательная система клетки  |          | 2         | 4         |          | 2         |                        |
| 8 | <b>Лекция 8</b><br>Биохимические механизмы эволюции и роль кислорода.                                 |          | 3         | 4         |          | 2         | Контрольная работа № 3 |
|   | <b>ИТОГО:</b>   | <b>4</b> | <b>17</b> | <b>34</b> | <b>-</b> | <b>21</b> | <b>зачет</b>           |

## 5. 2. Содержание практических занятий

| №п/п | №Лекции из рабочей программы | Наименование и содержание практического занятия                            | Кол-во часов | Литература (№ источника) |
|------|------------------------------|--|--------------|--------------------------|
| 1.   | 1,2                          | Введение.<br>Рассмотрение клеточных процессов с точки зрения термодинамики | 5            | 1,2,3,4,5,6              |
| 2.   | 2                            | Биоэнергетическая классификация мембран                                    | 5            | 1,2,3,4,5,6,7,8          |

|    |   |  |           |                  |
|----|---|--|-----------|------------------|
| 3. | 3 | Методы мембранной биоэнергетики  | 4         | 1,2,3            |
| 4. | 4 | Первичные генераторы трансмембранного потенциала в энерготрансформирующих органеллах | 4         | 1,2,3,4,6        |
| 5. | 5 | Митохондриальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки                  | 4         | 1,2,3,4,5        |
| 6. | 6 | Микросомальная система окисления и ее роль в биоэнергетике клетки                    | 4         | 1,2,3,4,10,11,12 |
| 7. | 7 | Кислород и дыхательная системы клетки, мембраны их функционирование                  | 4         | 16,17,18         |
| 8. | 8 | Биохимические механизмы эволюции и роль кислорода.                                   | 4         | 13,14,15         |
|    |   | <b>Итого</b>   | <b>34</b> |                  |

**5.2 Самостоятельная работа аспирантов. Разделы темы, перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.**

### **5.3 Содержание самостоятельной работы студентов**

| <b>№</b>  | <b>Темы дисциплины</b>              | <b>Кол. часов</b> | <b>Литература</b> | <b>Форма контроля</b> |
|-----------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| 1         | 2                                   | 3                 | 4                 | 5                     |
| <b>1.</b> | Введение.<br>Рассмотрение клеточных | 3                 | 1,2,3             | Конт. раб.            |

|    |   |   |                 |            |
|----|---|---|-----------------|------------|
|    | процессов с точки зрения термодинамики  |   |                 |            |
| 2. | Сопрягающие и несопрягающие мембраны. Особенности строения и организации мембран различных внутриклеточных органелл. Основные кислород-утилизирующие мембранные системы клетки. Основные источники активных форм кислорода. Липидные рафты и их роль в функционировании биологических мембран.  | 3 | 1,2,3           | Конт. раб. |
| 3. | Полярнографический метод измерения дыхания митохондрий. Измерение мембранного потенциала ( $\Delta\Psi$ ). Протеолипосомы. Измерение $\Delta\Psi$ в интактных клетках и органеллах. Микроэлектродный метод. Природные проникающие ионы и ионофоры. Синтетические проникающие ионы. Флюоресцирующие проникающие ионы: наблюдение за $\Delta\Psi$ в отдельной клетке и органелле. | 3 | 1,2,3           | Семинар    |
| 4. | Основные компоненты и принцип их действия. Дыхательная электронтранспортная цепь. Белковый состав. Механизм генерации электрохимического потенциала на внутренней мембране митохондрий. АТФ-синтаза. Fo- и F1 - комплексы. Субъединичный состав комплексов АТФ-синтазы. Изменение функций АТФ-синтазы при разобщении митохондрий.   | 3 | 1,2,3,4,5<br>,6 | Конт. раб. |

|    |   |   |           |         |
|----|---|---|-----------|---------|
|    | Пути использования трансмембранного электрохимического потенциала.  |   |           |         |
| 5. | <p>Хлоропласты и митохондрии - два типа ДНК-содержащих энерготрансформирующих органелл. Взаимосвязь энерготрансформирующих и генетических функций в митохондриях и хлоропластах. Редокс-потенциал. Фосфатный потенциал. Обмен генетической информацией между органеллами и ядром. Интеграция органелл в общую систему метаболизма клетки. Способы контроля основных функций органелл. Редокс-контроль как способ контроля генетических функций митохондрий и хлоропластов. Редокс-сенсоры, регуляторы редокс-ответа и их роль при функционировании энерготрансформирующих органелл клетки в условиях различной потребности в АТФ.</p> | 3 | 1,2,3     | Реферат |
| 6. | <p>Системы микросомального окисления и их роль в системе метаболизма гидрофобных соединений (стероиды, желчные кислоты, ксенобиотики и др. соединения). Цитохром P 450 и монооксигеназные системы. Индукция ферментных систем метаболизма ксенобиотиков. Перекисное окисление липидов в системе микросом. Виды перекисного окисления липидов и их роль в возникновении патологических состояний клетки. Защита липидов от</p>   | 3 | 1,2,3,4,5 | Реферат |



|    |  |    |             |          |
|----|--|----|-------------|----------|
|    | перекисного окисления  |    |             |          |
| 7. | Снижение внутриклеточной концентрации $O_2$ как особая функция дыхательных систем клетки. Частичное разобщение или несопряженное внутриклеточное дыхание. "Мягкое" разобщение дыхания и фосфорилирования путем повышения $H^+$ -проводимости митохондриальной мембраны в состоянии 4. Образование неспецифической поры во внутренней мембране митохондрий как радикальный механизм защиты клетки от кислородной интоксикации. Циклофилин как катализатор образования поры. | 2  | 1,2,3,4,5,6 | Конспект |
| 8. | Активные формы кислорода и продолжительность жизни организмов. r- и K-стратегии. Возможный механизм переключения стратегий: роль кислорода. Человек и механизмы эволюции.  | 2  | 1,2,3,4,5   | Конспект |
|    | ИТОГО:   | 21 |             |          |

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

**6.1. Перечень вопросов для контрольных работ в семестре.**

**Контрольные вопросы №1**

1. Поток биологической энергии. Законы термодинамики в биологических системах. Энтропия биологических систем.
2. Метаболизм: понятие и функции.
3. Макроскопический аспект метаболизма.
4. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы.

5. Круговороты N, C, H<sub>2</sub>O.
6. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.
7. Регуляция метаболических путей: по типу обратной связи, гормональная регуляция, индукция ферментов.
8. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.
9. Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.
10. Архитектура митохондрий. Распределение и локализация митохондрий в клетке. Химическая активность митохондрий.

### **Контрольные вопросы №2**

1. Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Последовательность функционирования переносчиков электронов и протонов.
2. Механизмы работы митохондриальных комплексов 1, 2, 3 и 4.
3. Окислительное фосфорилирование.
4. Регуляция дыхания, обменные реакции. Хемиосмотический механизм запасаения энергии дыхания.
5. Циклическая светозависимая цепь фотосинтезирующих бактерий и нециклическая светозависимая цепь зелёных бактерий.
6. Нециклическая светозависимая редокс-цепь хлоропластов и цианобактерий.
7. Светозависимый транспорт протонов бактериородопсина.
8. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ. Высокоэнергетические и низкоэнергетические фосфаты.
9. АТФ-синтаза. Структура и механизмы функционирования.
10. Транспорт адениновых нуклеотидов и фосфатных групп в митохондриях.

### **Контрольные вопросы №3**

1. Системы переноса восстановительных эквивалентов в митохондриях. Регуляция потоков восстановительных эквивалентов.
2. Системы переносчиков через митохондриальную мембрану. Каскадные системы переносчиков.
3. Карнитин, как пример трансмембранного переносчика химической группировки.
4. Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.
5. Молекулярные основы биологической подвижности. Креатинфосфатный путь транспорта энергии в мышечных клетках.

6. Энергетический обмен в кардиомиоцитах.
7. Молекулярные основы первично-активного транспорта ионов. Свойства АТФаз Р-типа, F-типа и V-типа.
8. Натриевый потенциал, натрий-транспортирующая дыхательная цепь, натрий-транспортирующая АТФаза.
9. Утилизация натриевого потенциала для осмотической, химической и механической работы.
10. Бактериальные фосфотрансферазы, периплазматические транспортные системы, вакуолярные H-АТФазы.
11. Функции липидов и методы изучения их влияния на мембранные ферменты.
12. Законы биоэнергетики (по В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране.
13. Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах.
14. История изучения строения мембран.
15. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов.

## **6.2. Перечень вопросов для проведения итоговой промежуточной**

### **аттестации: зачет**

#### **Контрольные вопросы к курсу БИОЭНЕРГЕТИКА**

1. Поток биологической энергии. Законы термодинамики в биологических системах. Энтропия биологических систем.
2. Метаболизм: понятие и функции.
3. Макроскопический аспект метаболизма.
4. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы.
5. Круговороты N, C, H<sub>2</sub>O.
6. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.
7. Регуляция метаболических путей: по типу обратной связи, гормональная регуляция, индукция ферментов.
8. Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.
9. Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.
10. Архитектура митохондрий. Распределение и локализация митохондрий в клетке. Химическая активность митохондрий.
11. Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Последовательность функционирования переносчиков электронов и протонов.
12. Механизмы работы митохондриальных комплексов 1, 2, 3 и 4.
13. Окислительное фосфорилирование.

14. Регуляция дыхания, обменные реакции. Хемиосмотический механизм запасаения энергии дыхания.
15. Циклическая светозависимая цепь фотосинтезирующих бактерий и нециклическая светозависимая цепь зелёных бактерий.
16. Нециклическая светозависимая редокс-цепь хлоропластов и цианобактерий.
17. Светозависимый транспорт протонов бактериородопсина.
18. Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ. Высокоэнергетические и низкоэнергетические фосфаты.
19. АТФ-синтаза. Структура и механизмы функционирования.
20. Транспорт адениновых нуклеотидов и фосфатных групп в митохондриях.
21. Системы переноса восстановительных эквивалентов в митохондриях. Регуляция потоков восстановительных эквивалентов.
22. Системы переносчиков через митохондриальную мембрану. Каскадные системы переносчиков.
23. Карнитин, как пример трансмембранного переносчика химической группировки.
24. Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.
25. Молекулярные основы биологической подвижности. Креатинфосфатный путь транспорта энергии в мышечных клетках.
26. Энергетический обмен в кардиомиоцитах.
27. Молекулярные основы первично-активного транспорта ионов. Свойства АТФаз Р-типа, F-типа и V-типа.
28. Натриевый потенциал, натрий-транспортирующая дыхательная цепь, натрий-транспортирующая АТФаза.
29. Утилизация натриевого потенциала для осмотической, химической и механической работы.
30. Бактериальные фосфотрансферазы, периплазматические транспортные системы, вакуолярные H-АТФазы.
31. Функции липидов и методы изучения их влияния на мембранные ферменты.
32. Законы биоэнергетики (по В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране.
33. Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах.
34. История изучения строения мембран.
35. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ 1. Катаболизм и анаболизм. 2. Химические свойства и структурные особенности молекулы АТФ. 3. Гликолиз - центральный путь катаболизма глюкозы. 4. Тканевое дыхание. Образование ацетил-КоА из пирувата. Цикл Кребса. 5. Перенос электронов, окислительное фосфорилирование. 6. Жирные кислоты, белки и аминокислоты как источники энергии. 7. Биосинтез углеводов в животных тканях. Глюконеогенез. Биосинтез

гликогена. Регуляция этих процессов. 8. Фибриллярные белки, их функции и их вторичные структуры:  $\alpha$ -кератин,  $\beta$ -фиброин шелка, коллаген. 9. Мембранные белки, особенности их строения и функции. 10. Бактериородопсин, фотосинтетический центр, порин. Каналы. Туннельный эффект. 11. Глобулярные белки. Упрощенное представление белковых структур.  $\alpha$ - и  $\beta$ -слои. 12. Редкость перекрывания петель и параллельности соседних по цепи структурных сегментов. 13. Строение  $\beta$ -белков: продольная и перпендикулярная упаковка  $\beta$ -листов, преимущественная антипараллельность  $\beta$ -структуры в  $\beta$ -белках. Правопропеллерность  $\beta$ -структурных листов. 14. Строение  $\alpha$ -белков. Пучки и слои спиралей. Модель квазисферической глобулы из  $\alpha$ -спиралей. Строение  $\alpha/\beta$  белков: параллельный  $\beta$ -слой, прикрытый  $\alpha$ -спиралями. Строение  $\alpha+\beta$  белков. Домены в белках. 15. Мембраны эритроцитов. 16. Миелиновые мембраны. 17. Мембраны хлоропластов.

18. Внутренняя (цитоплазматическая) мембрана бактерий

## **7.Образовательные технологии**

В учебном процессе предусмотрено широкое использование интерактивных методов обучения, таких как фронтальное обсуждение ключевых вопросов и организация круглых столов, организована программа удаленной подготовки аспирантов по индивидуальному плану (по сети интернет), подготовлена электронная баз данных; проводятся встречи с ведущими учеными и научными руководителями аспирантов.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Учебная и учебно-методическая литература и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы. ИЭФБ РАН располагает обширной библиотекой, включающей литературу по дисциплине, научные журналы и труды конференций, и доступом к информационным ресурсам в сети Интернет.

| №/<br>№         | Виды<br>занятий<br>ЛК, ЛБ,<br>ПЗ, СРС,<br>ИРС | Комплект<br>Необходимой<br>Учебной<br>Литературы<br>по<br>дисциплине | Автор   | Изд-во<br>и год<br>издания                                | Кол – во пособий,<br>учебников и прочей<br>литературы |                   |
|-----------------|---|--|---|---|---|-------------------|
|                 |   |  |   |   | В<br>библиоте<br>ке                                   | На<br>кафедр<br>е |
| <b>Основная</b> |   |  |   |   |   |                   |
| 1               | Лк.   | Биоэнергетика<br>и метаболизм  | Нельсон<br>Д.<br>Основы<br>биохимии<br>Лениндже<br>ра, Т.2: | М.,<br>БИНО<br>М,<br>2014.                                |   |                   |
| 2.              | ЛК  | Энергетика<br>биологических<br>мембран                               | Скулачев<br>В.П.  | Наука,<br>1989.<br>564 с.                                 |   |                   |
| 3.              | Лк  | Принципы и<br>методы<br>биохимии и<br>молекулярной<br>биологии       | ред. К.<br>Уилсон,<br>Дж.<br>Уолкер).-<br>64                | М. :<br>БИНО<br>М.<br>2012. -<br>848 с.                   |   |                   |
| 4.              | Лк  | Биохимическа<br>я адаптация  | П.<br>Хочачка,<br>Дж.<br>Сомеро.                            | "Мир",<br>М.,<br>1988.                                    |   |                   |
| 5               | Лк  | Cellular energy<br>metabolism and<br>its regulation                  | Atkinson<br>D.E.  | New<br>York,<br>San<br>Francisc<br>o,<br>London,<br>1977. |   |                   |
| 6               | Лк  | Биоорганическ  | Тюкавкин  | М.  |   |                   |

|                       |     |                       |  |   |          |   |
|-----------------------|-----|-----------------------|--|---|----------|---|
|                       |     | ая химия              | а Н.А.<br>Бауков<br>Ю.И                          | Дрофа<br>2007г<br>2005г                 | 100      |   |
| 7                     | Лк  | Органическая химия    | Иванов<br>В.Г<br>Гормыко<br>В.А<br>Гева О.Н      | М.<br>«Академия»20<br>06г.<br>2003г.    | 50<br>1  |   |
| 8                     | Лк  | Биохимия              | Комов<br>В.Г.<br>Шведова<br>В.Н                  | М. «<br>Дрофа»<br>2006г                 | 100      |   |
| <b>Дополнительная</b> |     |                       |  |   |          |   |
| 10                    | Лк  | Биохимия растений     | Кретович<br>В.Л.                                 | 1986,М.<br>В.Ш.                         | 101      |   |
| 11                    | Лк  | Прикладная биохимия   | Брухман<br>Э.Э.                                  | 1981,М.<br>Легкая и<br>пищевая<br>пром. | 5        |   |
| 12.                   | Лк  | Биологическая химия   | Николаев<br>А.Я                                  | М.2001                                  | 12       | - |
| 13.                   | Лк. | Биоорганическая химия | Тюкавина<br>Н.А.<br>Бауков<br>Ю.И                | М. Дрофа<br>2007г.<br>2005г.            | 100<br>1 | - |
| 14.                   | Лк  | Органическая химия    | Иванов<br>В.Г.<br>Гормыков<br>В.А<br>Гева<br>О.А | М. «<br>Академия»<br>2006г.             | 50       | - |
| 15.                   | Лк  | Биохимия              | Комов<br>В.П.<br>Шведов                          | М. «Дрофа»<br>2006г.                    | 100      | - |

|     |    |                                      |                 |   |  |  |
|-----|----|--------------------------------------|-----------------|---|--|--|
|     |    |                                      | а В.Н.          |   |  |  |
| 16. | Лк | Молекулярная биология клетки         | Албертс Б. и др | С задачами Джона Уилсона и Тима<br><br>Ханта. (В 3-х т.). М.-Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" ; Ин-т компьютерных исследований. 2013. |  |  |
| 17. | Лк | Трансформация энергии в биомембранах | Скулачев В.П.   | М. Наука. 1972. 203 с.  |  |  |
| 18. | Лк | Биохимия и молекулярная биология     | Эллиот В        | / В.Эллиот, Д.Эллиот.; ред. А.И.Арчаков [и др.]. – М: Изд. НИИ Биомедицинской химии РАМН, 2000. – 366 с.  |  |  |

### 8.1. Интернет-источники



[www.molbio.ru](http://www.molbio.ru),  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioenergetics>;  
<http://www.biotechnolog.ru>;  
<http://www.iteb.serpukhov.su/>;  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Energetics>;  
<http://www.inbi.ras.ru>;  
<http://www.xumuk.ru>;  
<http://www.molbiol.ru>;  
<http://www.rusbiotech.ru>;  
<http://www.volgmed.ru/biochem/301/edu-libr-d.php>;  
<http://biomolecula.ru>;  
[www.membrana.ru](http://www.membrana.ru);  
[www.biolinks.net.ru](http://www.biolinks.net.ru);  
<http://www.sambal.co.uk/biology.html>.

#### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

ДГТУ располагает материально-технической базой, соответствующей санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренной учебным планом.

#### **Наименование оборудования для проведения занятий по дисциплине:**

Лекционная аудитория

Мультимедийный проектор

Персональный компьютер с доступом в Интернет

Лабораторное оборудование.

#### **9. Материально-техническое обеспечение**

1. Использование учебных лабораторий по биохимии и биотехнологии.

2.Мультимедийные презентации по лекциям и практическим занятиям.  
Мультимедий-ный комплекс (ноутбук, проектор, экран). Программное обеспечение:

3.Лабораторное оборудование.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению и подготовки аспирантов 06.06.01 «Биологические науки», направленность подготовки «Биохимии».

Автор программы – д.б.н., профессор Исмаилов Э.Ш.



Рецензент от выпускающей кафедры



Г. М. Вашаров

подпись

ФИО