

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Саровский физико-технический институт -  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)  
**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра теоретической физики**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан ФТФ, член корреспондент  
РАН, д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ А.К. Чернышев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Биохимия метаболизма

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>03.04.01 Прикладные математика и физика</u>
Наименование образовательной программы	<u>Физика живых систем</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>магистр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТФ,

протокол № \* от \*\*\*\*\* 20 г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

г. Саров, 20 \_ г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТФ,

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТФ,

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТФ,

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТФ,

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.  
Заведующий кафедрой ТФ,

<b>Семестр</b>	<b>В форме практической подготовки</b>	<b>Трудоёмкость, кред.</b>	<b>Общий объем курса, час.</b>	<b>Лекции, час.</b>	<b>Практич. занятия, час.</b>	<b>Лаборат. работы, час.</b>	<b>СРС, час.</b>	<b>КР/ КП</b>	<b>Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/</b>
1	16	4	144	32	16	0	60	36	Э
<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>36</b>	<b>Э</b>

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина "Биохимия метаболизма" изучает химическое строение и биологические функции веществ, входящих в состав живой материи, обмен этих веществ в процессах жизнедеятельности организмов, матричного биосинтеза, а также взаимосвязь между структурой и функциями биомолекул, участвующих в реакциях клеточного метаболизма. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся со строением, свойствами и функциями биомолекул, основных метаболических путей, молекулярными основами физиологических функций организма в норме и при патологии.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью данного курса является формирование у студентов комплекс знаний, необходимых студентам при рассмотрении биохимической сущности и механизмов процессов, происходящих в живых системах на молекулярном и клеточном уровнях. Студенты должны научиться применять при изучении последующих дисциплин и при профессиональной деятельности сведения о химическом составе и молекулярных процессах в живых системах как о характеристиках нормы и о признаках патологических состояний.

Задачами освоения дисциплины "Биохимия метаболизма" являются:

- сформировать представления о физико-химических и регуляторных процессах, лежащих в основе функционирования клеток и клеточных структур, в частности сформировать представление:
  - об общих принципах обмена веществ и энергии на клеточном и организменном уровнях,
  - о химической структуре, строении, биологических функциях и путях метаболических превращений важнейших классов соединений,
- дать стройное понимание современных проблем и методологии клеточных и мембранных процессов, основных понятий, законов и моделей, применяемых в биохимии метаболизма,
- научить оперировать специальной терминологией биохимии, в частности основными понятиями, связанными с метаболизмом на молекулярном уровне, а также методам оценки интенсивности металлических процессов,
- научить анализировать и логически оценивать пути развития и возможные трансформации метаболических превращений.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Биохимия метаболизма» относится к вариативной части рабочего учебного плана по направлению 03.04.01 «Прикладные математика и физика».

Для успешного освоения дисциплины «Биохимия метаболизма» необходимы компетенции, формируемые в результате освоения следующих дисциплин:

- Дифференциальные уравнения
- Вычислительная математика
- Общая физика
- Химия

Изучение дисциплины «Биохимия метаболизма» необходимо для успешного освоения следующих дисциплин:

- Математическое моделирование биологических процессов
- Молекулярная биология

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>проектный</b>			
<p>Организация выполнения проектов исследовательской и инновационной направленности в качестве исполнителя, ответственного за выполнение отдельного направления работ</p>	<p>Моделирование в биофизике: физиология человека на разных уровнях (молекулярном, клеточном, органном, целого организма), биохимия, качественные и количественные различия между нормальным и патологическим состоянием организма человека, методы математического моделирования и области их применения, компьютерные и программные средства моделирования, визуализации и описания исследования</p>	<p>ПК-14.1 Способен к выполнению научно-исследовательской деятельности в медико-биологической области: молекулярной и медицинской биофизике, анализу результатов исследования</p>	<p>З-ПК-14.1 Знать теоретические основы фундаментальных и медико-биологических наук, качественные и количественные различия между здоровьем и болезнью, этиология, патогенез и клинические проявления наиболее часто встречающихся заболеваний, принципы их профилактики, лечения, а также общие закономерности нарушений функций систем организма У-ПК-14.1 Уметь обосновывать научное исследование, анализировать современную биофизическую и медико-биологическую информацию по теме исследования, применять методы математического анализа, интерпретировать результаты исследования с целью выяснения механизмов развития патологических процессов В-ПК-14.1 Владеть навыками планирования и проведения перспективных исследований по биофизике, направленных на по-</p>

			лучение новых фундаментальных знаний о физико-химических механизмах функционирования человеческого организма в норме и при патологии
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ неде-ли	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Макси-мальный балл (см. п. 5.3)
			Лекции	Практ. заня-тия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
<b>Семестр № 1</b>									
<b>1.</b>	<b>Название раз-дела</b>								
1.1.	Современные представления о биологической химии	1	6	3		10			
1.2.	Структура и свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов	2-3	4	2		8	УО		
1.3	Структура и свойства биополимеров	4-5	4	2		10	УО		
	<b>Рубежный контроль</b>	<b>6</b>						<b>Контр.</b>	<b>20</b>
<b>2.</b>	<b>Название раз-дела</b>								
2.1.	Мембрана как универсальный компонент биологических систем	7-9	6	3		8			
2.2.	Клеточный метаболизм. Ферменты	10-11	4	2		8	УО		
2.3	Метаболизм углеводов	12-13	4	2		8	УО		
2.4	Метаболизм жиров	14-15	4	2		8	УО		
	<b>Рубежный контроль</b>	<b>16</b>						<b>Контр.</b>	<b>25</b>
	<b>Промежуточная атте-стация</b>	<b>Экзамен</b>					<b>36</b>	<b>0 - 50</b>	
	<b>Посещаемость</b>							<b>5</b>	
	<b>Итого:</b>							<b>100</b>	

\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	<b>Название раздела 1</b>	
1.1.	<b>Современные представления о биологической химии</b>	Современные представления о биологической химии. Биохимия в системе биологических дисциплин. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке. Роль минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в обмене веществ и в питании человека и животных. Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах.
1.2.	<b>Структура и свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов</b>	Структура и свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов. Аминокислоты как составные части белков. Природные углеводы и их производные. Липофильные соединения и классификация липидов.
1.3.	<b>Структура и свойства биополимеров</b>	Структура и свойства биополимеров. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков. Принципы и методы изучения структуры белков. Олиго- и полисахариды. Роль нуклеиновых кислот в живом организме.
2.	<b>Название раздела 2</b>	
2.1.	<b>Мембрана как универсальный компонент биологических систем</b>	Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Принципы строения биомембран, мембранные белки и липиды. Вода как составной элемент биомембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика молекул в мембранах – латеральная диффузия, вращательная подвижность, флип-флоп подвижность. Белок-липидные взаимодействия. Модельные липидные мембраны – типы, строение, способы получения, использование. Фазовые переходы в липидных биомембранах. Подвижность мембранных белков. Бислойные мембраны. Формирование липидной капли. Классификация транспортных процессов в биомембранах. Явление поляризации в мембранах. Пассивный транспорт. Типы диффузии (простая, ограниченная, облегченная), мембранные поры. Осмос и фильтрация. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана - раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Потенциал покоя, его происхождение. Потенциал действия. Возбудимость, распространение нервного импульса, синаптическая передача. Роль ионов Na <sup>+</sup> и K <sup>+</sup> в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Ca <sup>2+</sup> и Cl <sup>-</sup> генерации потенциала действия у других объектов. Механизмы активации и инактивации каналов. Строение, принципы функционирования натрий-калиевого, кальциевого насосов. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в митохондриях. Локализация электротранспортных цепей в мембране митохондрий. Структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков. Асимметрия мембраны митохондрий. Основные положения



		ния теории Митчелла. Электрохимический градиент протонов.
2.2.	<b>Клеточный метаболизм. Ферменты</b>	Функциональные блоки системы метаболизма. Роль гликогена. Регуляция ферментов гликолиза и цикла Кребса. Окисление жиров и белков. Энергетический баланс. Уровни регуляции концентрации ферментов. Кинетика ферментативной реакции, изоферменты, аллостерические ферменты. Ключевые ферменты метаболизма. Уровни регуляции в целостном организме. Способы реализации регуляторных воздействий. Изменение активности и концентрации фермента. Концентрация субстрата и конечного продукта реакций. Ингибирование конечным продуктом (обратная связь) (компарментализация). Организованные ферментативные системы, их преимущества перед отдельными ферментами. Регуляторная роль органелл в клетке.
2.3.	<b>Метаболизм углеводов</b>	Основные пути метаболизма глюкозы в организме. Гликолиз, пентозофосфатный путь расщепления глюкозы. Особенности обмена углеводов в различных тканях. Пути распада и синтеза гликогена в организме. Амилолитический и фосфолитический пути расщепления гликогена в тканях. Амилазы и фосфорилазы. Регуляция активности фосфорилазы гликогена. Гликогенсинтетаза, ее активная и неактивная формы. Синтез гликогена из глюкозы. Образование глюкозы из различных предшественников (глюконеогенез). Синтез глюкозы из аминокислот, ацетата. Основные этапы этого процесса. Основные пути регуляции углеводного обмена в условиях интактного организма. Значение макроэргических соединений в жизнедеятельности животного организма. Основные механизмы образования АТФ. Дыхание и окислительное фосфорилирование - главный механизм генерирования энергии. Цикл трикарбоновых кислот, как заключительный этап окисления органических кислот. Ацетил-КоА - общий конечный продукт углеводного, липидного и белкового метаболизма.
2.4.	<b>Метаболизм жиров</b>	Расщепление липидов в тканях. Продукты расщепления нейтральных липидов и фосфолипидов. α-глицерофосфат и его судьба. Жирные кислоты, пути их окисления. Внутриклеточная локализация процессов расщепления липидов и жирных кислот. Образование кетонных тел. Их значение в животном организме. Кетоз и кетонурия. Общие вопросы регуляции метаболизма липидов. Метаболизм холестерина. Предшественники холестерина в организме. Биосинтез холестерина из ацетата (основные этапы процесса). Роль липидообменивающих белков в метаболизме липидов. Синтез липидов в организме. Роль фосфатидных кислот и диглицеридов в синтезе глицеролипидов. Пути синтеза жирных кислот в организме. Удаление углеводородных цепей жирных кислот в митохондриях и микросомах.

### Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	<b>Название раздела 1.</b>	
1.1.	<b>Современные представления о биологической химии</b>	Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, флуориметрия, ЭПР- и ЯМР- спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгено- структурный анализ.
1.2.	<b>Структура и свойства</b>	Пуриновые и пиримидиновые основания Витамины, кофермен-

	<b>низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов</b>	ты и другие биологически активные соединения. Минеральный состав клеток.
1.3.	<b>Структура и свойства биополимеров</b>	Специфические методы очистки белков (хроматография, электрофорез белков, иммунопреципитация, выявление и картирование эпитопов с помощью моноклональных антител, ультрафильтрация, избирательное осаждение, обратимая денатурация.
2.	<b>Название раздела 2.</b>	
2.1.	<b>Мембрана как универсальный компонент биологических систем</b>	Уравнения Фика, Теорелла, Нернста-Планка, Хилла. Активный транспорт – роль в клетке, типы и примеры. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Ионные каналы, теория однорядного транспорта. Ионфоры: переносчики и каналообразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы).
2.2.	<b>Клеточный метаболизм. Ферменты</b>	Регуляция синтеза ферментов. Нервная и гормональная регуляция метаболических процессов как высшая форма контрольных механизмов. Соподчинение различных регуляторных систем в интактном организме. Механизмы переключения метаболических путей в организме.
2.3.	<b>Метаболизм углеводов</b>	Дегидрогеназные реакции цикла трикарбонных кислот и образование доноров электронов. Транспорт электронов в окислительно-восстановительной цепи в митохондриях. Изменение окислительно-восстановительного потенциала в дыхательной цепи. Преобразование энергии окисления в энергию фосфатной связи. Окисление внутримитохондриального НАДН. Челночный транспорт восстановительных эквивалентов между митохондриями и цитоплазмой.
2.4.	<b>Метаболизм жиров</b>	Немитохондриальный синтез жирных кислот через малонил-КоА. Ацетил-КоА-карбоксилаза, как ключевой фермент биосинтеза жирных кислот. Структура мультиферментного комплекса - синтеза жирных кислот. Предшественники жирных кислот. Факторы, обеспечивающие и регулирующие липогенез. Транспорт жирных кислот и ацетил-КоА через митохондриальную мембрану. Роль карнитина и цитрата.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

### 5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
<b>Семестр 6</b>				
Раздел 1	1.1. Современные представления о биологической химии	ПК-14.1	З-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО - 3
	1.2. Структура и свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов			
	1.3. Структура и свойства биополимеров			
<b>Рубежный контроль</b>		ПК-14.1	З-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	Контр -6
Раздел 2	2.1. Мембрана как универсальный компонент биологических систем	ПК-14.1	З-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	УО – 11
	2.2. Клеточный метаболизм. Ферменты			
	2.3. Метаболизм углеводов			
	2.4. Метаболизм жиров			
<b>Рубежный контроль</b>		ПК-14.1	З-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	Контр – 16
<b>Промежуточная аттестация</b>		ПК-14.1	З-ПК-14.1; У-ПК-14.1; В-ПК-14.1	<b>Экзамен</b>

### 5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие

## **этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля (УО)**

1. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке.
2. Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах.
3. Липофильные соединения и классификация липидов.
4. Пуриновые и пиримидиновые основания.
5. Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения.
6. Минеральный состав клеток.
7. Структура и свойства биополимеров.
8. Роль нуклеиновых кислот в живом организме.
9. Принципы строения биомембран, мембранные белки и липиды.
10. Характеристика мембранных белков.
11. Характеристика мембранных липидов.
12. Белок-липидные взаимодействия.
13. Фазовые переходы в липидных биомембранах.
14. Типы диффузии (простая, ограниченная, облегченная), мембранные поры.
15. Ионное равновесие на границе мембрана - раствор.
16. Активный транспорт – роль в клетке, типы и примеры.
17. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны.
18. Механизмы активации и инактивации каналов.
19. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами.
20. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток.
21. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в митохондриях.
22. Локализация электротранспортных цепей в мембране митохондрий.
23. Функциональные блоки системы метаболизма.
24. Роль гликогена.
25. Концентрация субстрата и конечного продукта реакций.
26. Регуляторная роль органелл в клетке.
27. Механизмы переключения метаболических путей в организме.
28. Особенности обмена углеводов в различных тканях.
29. Пути распада и синтеза гликогена в организме.
30. Основные механизмы образования АТФ.
31. Цикл трикарбоновых кислот.
32. Расщепление липидов в тканях.
33. Жирные кислоты, пути их окисления.
34. Внутриклеточная локализация процессов расщепления липидов и жирных кислот.
35. Метаболизм холестерина.
36. Пути синтеза жирных кислот в организме.

### **5.2.2. Оценочные средства для рубежного контроля (вопросы для письменной контрольной работы)**

1. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке. Роль минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в обмене веществ и в питании человека и животных. Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах.

2. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, флуориметрия, ЭПР- и ЯМР- спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгено- структурный анализ.
3. Структура и свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов. Аминокислоты как составные части белков. Природные углеводы и их производные. Липофильные соединения и классификация липидов.
4. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Принципы строения биомембран, мембранные белки и липиды. Вода как составной элемент биомембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика молекул в мембранах – латеральная диффузия, вращательная подвижность, флип-флоп подвижность.
5. Белок-липидные взаимодействия. Модельные липидные мембраны – типы, строение, способы получения, использование. Фазовые переходы в липидных биомембранах. Подвижность мембранных белков. Бислойные мембраны. Формирование липидной капли.
6. Классификация транспортных процессов в биомембранах. Явление поляризации в мембранах. Пассивный транспорт. Типы диффузии (простая, ограниченная, облегченная), мембранные поры. Осмос и фильтрация. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана - раствор.
7. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Потенциал покоя, его происхождение. Уравнения Фика, Теорелла, Нернста-Планка, Хилла.
8. Активный транспорт – роль в клетке, типы и примеры. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Ионные каналы, теория однорядного транспорта. Иониферы: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы).
9. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в митохондриях. Локализация электро-транспортных цепей в мембране митохондрий. Структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков.
10. Функциональные блоки системы метаболизма. Роль гликогена. Регуляция ферментов гликолиза и цикла Кребса. Окисление жиров и белков. Энергетический баланс. Уровни регуляции концентрации ферментов.
11. Кинетика ферментативной реакции, изоферменты, аллостерические ферменты. Ключевые ферменты метаболизма. Уровни регуляции в целостном организме. Способы реализации регуляторных воздействий. Изменение активности и концентрации фермента. Концентрация субстрата и конечного продукта реакций. Ингибирование конечным продуктом (обратная связь) (компартиментализация).
12. Основные пути метаболизма глюкозы в организме. Гликолиз, пентозофосфатный путь расщепления глюкозы. Особенности обмена углеводов в различных тканях. Пути распада и синтеза гликогена в организме. Амилолитический и фосфолитический пути расщепления гликогена в тканях. Амилазы и фосфорилазы. Регуляция активности фосфорилазы гликогена. Гликогенсинтетаза, ее активная и неактивная формы. Синтез гликогена из глюкозы. Образование глюкозы из различных предшественников (глюконеогенез). Синтез глюкозы из аминокислот, ацетата.
13. Основные механизмы образования АТФ. Дыхание и окислительное фосфорилирование - главный механизм генерирования энергии. Цикл трикарбоновых кислот, как заключительный этап окисления органических кислот. Ацетил-КоА - общий конечный продукт углеводного, липидного и белкового метаболизма.

14. Расщепление липидов в тканях. Продукты расщепления нейтральных липидов и фосфолипидов.  $\alpha$ -глицерофосфат и его судьба. Жирные кислоты, пути их окисления. Внутриклеточная локализация процессов расщепления липидов и жирных кислот. Образование кетоновых тел. Их значение в животном организме. Кетоз и кетонурия.
15. Общие вопросы регуляции метаболизма липидов. Метаболизм холестерина. Предшественники холестерина в организме. Биосинтез холестерина из ацетата (основные этапы процесса). Роль липидообменивающих белков в метаболизме липидов. Синтез липидов в организме. Роль фосфатидных кислот и диглицеридов в синтезе глицеролипидов. Пути синтеза жирных кислот в организме.

### 5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (примерные вопросы к экзамену)

1. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке. Роль минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в обмене веществ и в питании человека и животных. Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах.
2. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, флуориметрия, ЭПР- и ЯМР- спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгено- структурный анализ.
3. Структура и свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов. Аминокислоты как составные части белков. Природные углеводы и их производные. Липофильные соединения и классификация липидов. Пуриновые и пиримидиновые основания. Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения. Минеральный состав клеток.
4. Структура и свойства биополимеров. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков. Принципы и методы изучения структуры белков.
5. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Принципы строения биомембран, мембранные белки и липиды. Вода как составной элемент биомембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика молекул в мембранах – латеральная диффузия, вращательная подвижность, флип-флоп подвижность. Белок-липидные взаимодействия.
6. Модельные липидные мембраны – типы, строение, способы получения, использование. Фазовые переходы в липидных биомембранах. Подвижность мембранных белков. Бислойные мембраны. Формирование липидной капли.
7. Классификация транспортных процессов в биомембранах. Явление поляризации в мембранах. Пассивный транспорт. Типы диффузии (простая, ограниченная, облегченная), мембранные поры. Осмос и фильтрация. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков.
8. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана - раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Потенциал покоя, его происхождение.
9. Уравнения Фика, Теорелла, Нернста-Планка, Хилла. Активный транспорт – роль в клетке, типы и примеры. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Ионные каналы, теория одностороннего транспорта. Иониферы: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы).
10. Потенциал действия. Возбудимость, распространение нервного импульса, синаптическая передача. Роль ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$  генерации потенциала действия у других объектов. Механизмы активации и инактивации каналов.

11. Строение, принципы функционирования натрий-калиевого, кальциевого насосов. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в митохондриях. Локализация электротранспортных цепей в мембране митохондрий.
12. Структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков. Асимметрия мембраны митохондрий. Основные положения теории Митчелла. Электрохимический градиент протонов.
13. Функциональные блоки системы метаболизма. Роль гликогена. Регуляция ферментов гликолиза и цикла Кребса. Окисление жиров и белков. Энергетический баланс. Уровни регуляции концентрации ферментов. Кинетика ферментативной реакции, изоферменты, аллостерические ферменты. Ключевые ферменты метаболизма. Уровни регуляции в целостном организме. Способы реализации регуляторных воздействий.
14. Изменение активности и концентрации фермента. Концентрация субстрата и конечного продукта реакций. Ингибирование конечным продуктом (обратная связь) (компарментализация). Организованные ферментативные системы, их преимущества перед отдельными ферментами.
15. Регуляторная роль органелл в клетке. Регуляция синтеза ферментов. Нервная и гормональная регуляция метаболических процессов как высшая форма контрольных механизмов. Соподчинение различных регуляторных систем в интактном организме. Механизмы переключения метаболических путей в организме.
16. Основные пути метаболизма глюкозы в организме. Гликолиз, пентозофосфатный путь расщепления глюкозы. Особенности обмена углеводов в различных тканях. Пути распада и синтеза гликогена в организме. Амилолитический и фосфолитический пути расщепления гликогена в тканях. Амилазы и фосфорилазы. Регуляция активности фосфорилазы гликогена. Гликогенсинтетаза, ее активная и неактивная формы. Синтез гликогена из глюкозы. Образование глюкозы из различных предшественников (глюконеогенез). Синтез глюкозы из аминокислот, ацетата.
17. Основные механизмы образования АТФ. Дыхание и окислительное фосфорилирование - главный механизм генерирования энергии. Цикл трикарбоновых кислот, как заключительный этап окисления органических кислот. Ацетил-КоА - общий конечный продукт углеводного, липидного и белкового метаболизма. Дегидрогеназные реакции цикла трикарбоновых кислот и образование доноров электронов.
18. Транспорт электронов в окислительно-восстановительной цепи в митохондриях. Изменение окислительно-восстановительного потенциала в дыхательной цепи. Преобразование энергии окисления в энергию фосфатной связи. Окисление внемитохондриального НАДН. Челночный транспорт восстановительных эквивалентов между митохондриями и цитоплазмой.
19. Расщепление липидов в тканях. Продукты расщепления нейтральных липидов и фосфолипидов. α-глицерофосфат и его судьба. Жирные кислоты, пути их окисления. Внутриклеточная локализация процессов расщепления липидов и жирных кислот. Образование кетоновых тел. Их значение в животном организме. Кетоз и кетонурия. Общие вопросы регуляции метаболизма липидов.
20. Метаболизм холестерина. Предшественники холестерина в организме. Биосинтез холестерина из ацетата (основные этапы процесса). Роль липидообменивающих белков в метаболизме липидов. Синтез липидов в организме. Роль фосфатидных кислот и диглицеридов в синтезе глицеролипидов.
21. Пути синтеза жирных кислот в организме. Удаление углеводородных цепей жирных кислот в митохондриях и микросомах. Немитохондриальный синтез жирных кислот через малонил-КоА. Ацетил-КоА-карбоксилаза, как ключевой фермент биосинтеза жирных кислот. Структура мультимерного комплекса - синтеза жир-

ных кислот. Предшественники жирных кислот. Факторы, обеспечивающие и регулирующие липогенез. Транспорт жирных кислот и ацетил-КоА через митохондриальную мембрану. Роль карнитина и цитрата.

### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Березов Т.Т, Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. М.: Медицина, 2002. 703с
2. Гринштейн Б., Гринштейн А. Наглядная биохимия: пер. с англ. – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА. 2000. 119с.
3. Кухта В.К, Морозкина Т.С., Таганвич А.Д., Олецкий Э.И. Основы биохимии: Учебник, М.: Медицина, 1999. 416с.
4. Комов, В. П. Биохимия: учебник для академического бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2016. — 640 с.
5. Глухова, А. И. Биохимия с упражнениями и задачами: учебник / под ред. А. И. Глухова, Е. С. Северина - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 384 с
6. Авдеева Л.В., Алейникова Т.Л., Андрианова Л.Е. Биохимия. – Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 408 с.
7. Чиркин А.А., Данченко Е.О. Биохимия. М.: Изд-во «Медицинская литература», 2010. - 605 с.
8. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия: Учебник для вузов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 544 с.: ил.
9. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. Под ред. Ф.И. Арчакова, М.П. Кирпичникова, А.Е. Медведева, В.А. Скулачева; Пер. с англ. О.В. Добрыниной, И.С. Севериной, Е.Д. Скоцеляс и др. – М.: МАИК «Наука/интерпериодика», 2002. – 446 с.: ил.
10. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия: Пер. с нем. — М.: Мир, 2000. - 469 с., ил.

## **7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения лабораторного практикума по курсу.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы): Докукина И.В., к. ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики

Рецензент(ы):