



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра биохимии, молекулярной биологии и генетики

УТВЕРЖДАЮ  
\_\_\_\_\_  
Декан биологического факультета  
почвенный факультет  
А. Н. Матвеев  
2024г.

### Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.1.5 Элективный модуль "Биохимия"

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.5.16 «**ОСНОВНЫЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПУТИ И ИХ РЕГУЛЯЦИЯ**»

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биология»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биологического факультета

Протокол № 7 от «20» мая 2024г.

Председатель \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7

От «26» апреля 2024г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С. В. Осипова

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	7
4.3 Содержание учебного материала .....	12
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	14
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	16
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	16
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	17
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	17
а) перечень литературы .....	17
б) периодические издания .....	18
в) список авторских методических разработок .....	18
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	18
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	18
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	18
6.2. Программное обеспечение .....	18
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	19
VII. Образовательные технологии .....	19
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	20

## **I. Цель и задачи дисциплины:**

**Цель:** формирование представлений об основных теоретических и методологических подходах к изучению метаболизма углеводов, липидов и белков, биоэнергетических механизмов и принципов регуляции обменных процессов, применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач.

### **Задачи:**

- получение цельной системы знаний о метаболизме углеводов, липидов и белков.
- изучение механизмов регуляции и интеграции метаболических процессов.
- получение представлений о механизмах энергообеспечения.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.1.5.16 «Основные метаболические пути и их регуляция» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Органическая химия», «Цитология», «Биохимия», «Физиология растений», «Физиология человека и животных», «Генетика», «Биохимия растений», «Молекулярная биология».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биохимия и физиология вторичного метаболизма», «Микроэлементозы и витаминная недостаточность», выполнение ВКР.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.03.01 «Биология», профиль «Биология»:

ПК-1: Способен использовать базовые теоретические знания о разнообразии, структурной организации, функционировании биологических систем и особенностях их взаимодействия с окружающей средой

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<p><i>ПК-1</i> Способен использовать базовые теоретические знания о разнообразии, структурной организации, функционировании биологических систем и особенностях их взаимодействия с окружающей средой</p>	<p><i>ИДК ПК 1.1</i> Использует знания о разнообразии организмов, их строении, физиологии, метаболизме, генетике, систематике, экологии, а также их биотехнологическом потенциале для решения профильных научно-исследовательских и производственных задач</p>	<p>Знать: - основы метаболизма углеводов, липидов и белков; - принципы регуляции и интеграции обмена веществ; - иметь представление о закономерностях биоэнергетики; - общие принципы взаимодействия метаболических путей как единой системы. Уметь: - использовать знания о закономерностях метаболических процессов для характеристики функционального состояния клетки; - применять знания об основных принципах регуляции метаболизма для объяснения физиологических процессов; - использовать знания об основных метаболических путях для объяснения экспериментальных результатов. Владеть: - представлением об основных метаболических путях как о единой системе процессов. - навыками поиска необходимой информации по молекулярно-биологическим методам исследований для изучения биологических объектов.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов, в том числе 1,2 зачетных единиц, 44 часа на экзамен. Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 30 часов.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Введение. Тема 1.1. Общие принципы взаимодействия метаболических путей, образующих единую систему.	8	5		1	1	-	3	Решение учебных и проблемных задач Письменный опрос Тестирование
2	Раздел 2. Метаболизм углеводов. Тема 2.1. Структура и свойства основных представителей моно-, ди- и полисахаридов.	8	5		1	1	-	3	Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией тестирование, решение задач

<b>3</b>	Тема 2.2. Метаболизм гликогена.	8	5		2	2	-	3	Контрольные вопросы, дискуссия, письменный опрос.
<b>4</b>	Тема 2.3. Метаболизм глюкозы в клетке.	8	5		2	2	-	3	Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование
<b>5</b>	Тема 2.4. Аэробный метаболизм пирувата	8	7		2	2	-	3	Контрольные вопросы, решение учебных и проблемных задач, дискуссия
<b>6</b>	Тема 2.5. Дыхательная цепь и окислительное фосфорилирование	8	8		3	2	-	3	Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия
<b>7</b>	Раздел 3. Метаболизм липидов. Тема 3.1. Структура и классификация основных липидов клетки.	8	6		1	2	-	3	Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование
<b>8</b>	Тема 3.2. Катаболизм триацилглицеридов.	8	7		2	2	-	3	Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией, тестирование, решение задач
<b>9</b>	Тема 3.3. Биосинтез липидов.	8	7		2	2	-	3	Тестирование, решение учебных и проблемных

									задач, дискуссия
<b>10</b>	Тема 3.4. Перекисное окисление липидов, роль в патогенезе повреждений клетки.	8	7		2	2	-	3	Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия
<b>11</b>	Раздел 4. Метаболизм белков и аминокислот. Тема 4.1. Протеолиз.	8	7		2	2	-	3	Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией, тестирование, решение задач
<b>12</b>	Тема 4.2. Метаболизм аминокислот.	8	8		2	2	1	3	Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия
<b>13</b>	Раздел 5. Обмен веществ как единая система процессов. Тема 5.1. Взаимосвязь метаболизма углеводов, липидов и белков.	8	8		2	2	1	3	Решение учебных и проблемных задач, тестирование

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8	Раздел 1. Введение. Тема 1.1. Общие принципы взаимодействия метаболических путей, образующих единую систему.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	1	3	Решение учебных и проблемных задач Письменный опрос Тестирование	V.a) 1 (1-3)
8	Раздел 2. Метаболизм углеводов. Тема 2.1. Структура и свойства основных представителей моно-, ди- и полисахаридов.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу: Структура и свойства основных моно-, ди- и полисахаридов	1	3	Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией тестирование, письменный опрос	V.a) 1 (1-3) V.a) 2 (4)
8	Тема 2.2. Метаболизм гликогена.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	2	3	Контрольные вопросы, дискуссия, письменный опрос.	V.a) 1 (1-3)
8	Тема 2.3. Метаболизм глюкозы в клетке.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	2-3	3	Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование	V.a) 1 (1-3)



Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8	Тема 2.4. Аэробный метаболизм пирувата	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	4	3	Решение учебных и проблемных задач Письменный опрос Тестирование	V.a) 1 (1-3)
8	Тема 2.5. Дыхательная цепь и окислительное фосфорилирование	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	5	3	Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией тестирование, решение задач	V.a) 1 (1-3) V.a) 2 (4)
8	Раздел 3. Метаболизм липидов. Тема 3.1. Структура и классификация основных липидов клетки.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: Структура и классификация основных липидов клетки	6	3	Контрольные вопросы, дискуссия, письменный опрос.	V.a) 1 (1-3) V.a) 2 (3-4)
8	Тема 3.2. Катаболизм триацилглицеридов.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	7	3	Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией тестирование, решение задач	V.a) 1 (1-3)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
	Тема 3.3. Биосинтез липидов.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	8	3	Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	V.a) 1 (1-3) V.a) 2 (4)
	Тема 3.4. Перекисное окисление липидов, роль в патогенезе повреждений клетки.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	9	3	Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	V.a) 1 (1-3) V.a) 2 (3)
	Раздел 4. Метаболизм белков и аминокислот. Тема 4.1. Протеолиз.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	10	3	Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией, тестирование, решение задач	V.a) 1 (1-3)
	Тема 4.2. Метаболизм аминокислот.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	11	3	Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	V.a) 1 (1-3)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
	Раздел 5. Обмен веществ как единая система процессов. Тема 5.1. Взаимосвязь метаболизма углеводов, липидов и белков.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Письменная работа – составление схемы Взаимосвязь метаболизма углеводов, липидов и белков.	12		Контрольные вопросы, дискуссия, письменный опрос	V.a) 1 (1-3) V.a) 2 (3)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – <b>39</b>						
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 8</b>						

## **4.3 Содержание учебного материала**

### **Раздел 1. Введение**

**Тема 1.1. Общие принципы взаимодействия метаболических путей, образующих единую систему.**

Центральные метаболические пути, сходные у всех живых организмов. Основные принципы регуляции метаболизма. Типы регулирования активности ферментов; действие алло- и изостерических ингибиторов, ковалентная модификация: фосфорилирование, ацилирование, АДФ-рибозилирование. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Каскадный принцип регулирования ферментов. Гормоны как первичные управляющие сигналы метаболизма. Вторичные посредники передачи сигнала: циклические нуклеотиды, ионы  $Ca^{2+}$ , фосфатидилинозитол и др. молекулы.

### **Раздел 2. Метаболизм углеводов.**

**Тема 2.1 Структура и свойства основных представителей моно-, ди- и полисахаридов.**

Классификация и номенклатура углеводов. Резервные формы углеводов, служащие для запасаания энергии клеткой. Распад полисахаридов. Гидролиз и фосфоролитический распад крахмала и гликогена. Переваривание и всасывание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Транспорт глюкозы из крови в клетки. Нарушения переваривания и всасывания углеводов.

#### **Тема 2.2 Метаболизм гликогена.**

Синтез гликогена (гликогеногенез). Распад гликогена (гликогенолиз). Регуляция метаболизма гликогена. Характеристика гормонов, регулирующих обмен гликогена. Регуляция активности гликогенфосфорилазы и гликогенсинтетазы. Регуляция метаболизма гликогена в печени и мышцах. Нарушения обмена гликогена: гликогенозы (болезнь Гирке, гипогликемия), агликогенозы.

#### **Тема 2.3 Метаболизм глюкозы в клетке.**

Фосфорилирование глюкозы. Дефосфорилирование глюкозо-6-фосфата. Участие глюкозо-6-фосфата в синтезе гликогена, катаболизме с образованием  $CO_2$  и  $H_2O$  или лактата и его использования для синтеза новых соединений.

Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы. Две стадии гликолиза. Образование АТФ, сопряженное с распадом глюкозо-6-фосфата до молочной кислоты. Энергетический баланс процесса. Гликолиз и гликогенолиз. Регуляция гликолиза и его биологическая роль. Брожение, его биологическая роль.

Глюконеогенез. Реакции глюконеогенеза и их локализация в клетке, энергетический баланс. Регуляция. Фосфофруктокиназа и фруктозо-1,6-бисфосфатаза – основные регуляторные ферменты глюконеогенеза и гликолиза. Фруктозо-2,6-бисфосфат – регуляторная молекула метаболизма углеводов.

#### **Тема 2.4 Аэробный метаболизм пирувата.**

Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Структура пируватдегидрогеназного комплекса: пируватдекарбоксилаза, дигидролипоилтрансацилаза и дигидролипоилдегидрогеназа. Последовательность реакций образования ацетил-КоА. Ацетил-КоА – универсальный интермедиат в метаболизме белков, жиров и углеводов. Регуляция пируватдегидрогеназного комплекса.

Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Последовательность реакций и ферменты цикла. Энергетическая эффективность. Анаэробные реакции. Принципы регуляции цикла Кребса. Роль маликэнзима в регуляции. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы и его биологическая роль. Окислительный и неокислительный этап. Энергетический эффект.

#### **Тема 2.5 Дыхательная цепь и окислительное фосфорилирование.**

Дыхательная цепь, основные компоненты, их пространственная организация в мембране. Комплексы, их структура и функции, механизм переноса электронов. НАДН-

дегидрогеназный комплекс. Сукцинатдегидрогеназный комплекс. Цитохром b/c комплекс. Цитохромоксидазный комплекс. Механизм образования трансмембранного градиента протонов. Мембрана как структурная основа биоэнергетических процессов. Электрохимический потенциал – движущая сила фосфорилирования. Трансформация энергии на сопрягающих мембранах: запасание энергии в конвертируемой форме Н<sup>+</sup> и АТФ, единство элементарных энергетических процессов у организмов разных способов жизни.

Окислительное фосфорилирование. Механизм электронного транспорта в дыхательной цепи с фосфорилированием. АТФ-синтаза митохондрий. Структура, локализация, пространственная организация. Современные представления о механизме синтеза АТФ. Регуляция электронного транспорта в дыхательной цепи. Понятие об ионофорах. Природа разобщающего эффекта. Роль мембранного потенциала в регуляции клеточного метаболизма.

### **Раздел 3. Метаболизм липидов.**

#### **Тема 3.1 Структура и классификация основных липидов клетки.**

Жирные кислоты: насыщенные, моноеновые, полиеновые, номенклатура. Природные триацилглицеролы. Структура и классификация фосфолипидов и сфинголипидов. Стероиды.

**Тема 3.2 Катаболизм триацилглицеридов.** Липолиз резервных липидов. Гормоночувствительная липаза – регуляторный фермент липолиза. Окисление жирных кислот. Активация жирной кислоты в цитоплазме клетки. Транспорт в митохондрии при участии карнитина. Регуляция окисления жирных кислот малонил-КоА.

Переваривание триацилглицеролов. Эмульгирование жиров желчными кислотами. Структура, функции и биосинтез желчных кислот. Панкреатическая липаза. Специфичность ее действия. Пролипаза и колипаза.

Всасывание триацилглицеролов. Ресинтез жиров в эпителиальных клетках кишечника. Транспорт липидов и образование хиломикрон (ХМ). Липопротеины плазмы крови, их состав и структура. Роль липопротеинлипазы. Ключевая роль печени в метаболизме и транспорте липидов.

Последовательность реакций β-окисления ацил-КоА в матриксе митохондрий. Энергетика окисления жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Кетоновые тела (ацетоацетат, ацетон, 2-оксибутират), биосинтез и биологическая роль. Регуляция кетогенеза. Содержание кетоновых тел в плазме крови как физиологический показатель.

#### **Тема 3.3 Биосинтез липидов.**

Биосинтез жирных кислот. Транспорт внутримитохондриального ацетил-КоА в цитоплазму. Цитратный механизм транспорта ацетил-КоА. Образование малонил-КоА, роль биотина (витамина Н) в этом процессе. Мультиферментный комплекс – синтетаза жирных кислот и ацил-переносящий белок как один из его компонентов. Последовательность реакций синтеза пальмитиновой кислоты.

Синтез ненасыщенных жирных кислот. Микросомальная десатуразная система. Биосинтез триацилглицеролов. Регуляция липидного обмена. Нарушения липидного обмена (гиперлипемия, атеросклероз).

#### **Тема 3.4 Перекисное окисление липидов, роль в патогенезе повреждений клетки.**

Дыхательная цепь как источник активных форм кислорода. Реакции, катализируемые оксидазами и оксигеназами. Перекисное окисление липидов. Системы защиты клеток от активных форм кислорода: ферменты антиоксидантного действия, витамины (Е, С, β-каротин – предшественник витамина А), обладающие антиоксидантным действием.

### **Раздел 4. Метаболизм белков и аминокислот.**

#### Тема 4.1 Протеолиз.

Протеолитические ферменты желудочно-кишечного тракта: пепсин, химотрипсин, трипсин и другие. Их специфичность. Зимогены и их активация. Карбоксипептидазы и аминопептидазы. Внутриклеточный протеолиз. Липосомы и протеосомы. Роль убиквитина. Тканевые протеазы животных. Транспорт аминокислот в клетки.

#### Тема 4.2 Метаболизм аминокислот.

Трансаминирование. Механизм реакции и роль пиридоксальфосфата. Органоспецифические аминотрансферазы и аминотрансферазы с субстратной специфичностью. Биологическое значение трансаминирования. Диагностическое определение аминотрансфераз в клинической практике. Дезаминирование аминокислот. Окислительное дезаминирование, глутаматдегидрогеназа. Непрямое дезаминирование и его биологическая роль. Образование аммиака и его токсическое действие. Связывание аммиака в клетках. Образование глутамина и аспарагина. Биосинтез мочевины – орнитинный цикл Кребса. Энергетический баланс и биологическая роль орнитинового цикла. Биосинтез заменимых аминокислот. Азотсодержащие соединения – производные аминокислот.

### Раздел 5. Обмен веществ как единая система процессов.

#### Тема 5.1 Взаимосвязь метаболизма углеводов, липидов и белков.

Общие промежуточные продукты. Регуляция метаболических путей по принципу отрицательной обратной связи. Особенности регуляции метаболизма у одноклеточных и многоклеточных организмов. Ключевые пары метаболитов: НАД(Ф)<sup>+</sup> / НАД(Ф)Н + Н<sup>+</sup>, АФТ / АДФ, ацилКоА / КоА, лактат / пируват, оксibuтират / ацетоацетат, - и факторы, влияющие на их концентрацию. Дивергенция катаболических и анаболических цепей метаболизма. Гормоны в качестве первичных управляющих сигналов метаболизма.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практич. подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Тема 1	Общие принципы взаимодействия метаболических путей, образующих единую систему.	1		Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
2	Раздел 2. Тема 1	Структура и свойства основных представителей моно-, ди- и полисахаридов.	1		Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией, тестирование, решение задач	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
3	Раздел 2. Тема 2	Метаболизм гликогена.	2		Контрольные вопросы, дискуссия, письменный опрос.	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
4	Раздел 2.	Метаболизм глюкозы в	2		Решение	<b>ПК-1</b>

	<b>Тема 3</b>	клетке.			учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование	<i>ИДК ПК 1.1</i>
5	<b>Раздел 2. Тема 4</b>	Аэробный метаболизм пирувата	2		Контрольные вопросы, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
6	<b>Раздел 2. Тема 5</b>	Дыхательная цепь и окислительное фосфорилирование.	2		Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
7	<b>Раздел 3. Тема 1</b>	Структура и классификация основных липидов клетки.	2		Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
8	<b>Раздел 3. Тема 2</b>	Катаболизм триацилглицеридов.	2		Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией, тестирование, решение задач	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
9	<b>Раздел 3. Тема 3</b>	Биосинтез липидов.	2		Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
10	<b>Раздел 3. Тема 4</b>	Перекисное окисление липидов, роль в патогенезе повреждений клетки.	2		Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
11	<b>Раздел 4. Тема 1</b>	Протеолиз.	2		Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией, тестирование, решение задач	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
12	<b>Раздел 4. Тема 2</b>	Метаболизм аминокислот.	2		Тестирование, решение учебных и проблемных задач,	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>

					дискуссия	
13	<b>Раздел 5. Тема 1</b>	Взаимосвязь метаболизма углеводов, липидов и белков.	2		Решение учебных и проблемных задач, тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 2.1 Структура и свойства основных представителей моно-, ди- и полисахаридов	Изучить теоретический материал по вопросам: Классификация и номенклатура углеводов, Резервные формы углеводов, служащие для запасаения энергии клеткой.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>
2.	Тема 3.1 Структура и классификация основных липидов клетки	Изучить теоретический материал по вопросам: Жирные кислоты: насыщенные, моноеновые, полиеновые, номенклатура. Природные триацилглицеролы. Структура и классификация фосфолипидов и сфинголипидов. Стероиды.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>
3.	Тема 3.4 Перекисное окисление липидов, роль в патогенезе повреждений клетки.	Изучить теоретический материал по вопросам: Системы защиты клеток от активных форм кислорода: ферменты антиоксидантного действия, витамины (Е, С, β-каротин – предшественник витамина А), обладающие антиоксидантным действием	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>
44.	Тема 5.1 Взаимосвязь метаболизма углеводов, липидов и белков.	Составить схему Взаимосвязь метаболизма углеводов, липидов и белков	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Основные метаболические пути и их регуляция» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.



- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).
- Подготовка к тестированию.
- Подготовка к экзамену.

*Письменные работы.* Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме. В рамках дисциплины «Основные метаболические пути и их регуляция» также предусмотрено выполнение письменной работы, в которых студенты должны составить схему взаимосвязи метаболических путей обмена углеводов, жиров, белков.

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература**

1. Биохимия [Текст] : учебник / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2008. – 639 с. ; 24 см. – (Высшее образование: Современный учебник). – Предм. указ.: с. 620-630. – ISBN 978-5-358-04872-0. (50 экз.).
2. Биохимия [Электронный ресурс] : учеб, для академ. бакалавриата : для студ. вузов, обуч. по направл. 655500 "Биотехнология" / В. П. Комов. - 4-е изд., испр. и доп. - ЭВК. -М. : Юрант, 2014. - 640 с. - (Бакалавр. Академический курс). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-3929-3.
3. Основы биохимии Ленинджера [Текст] / Д. Нельсон, М. М. Коке ; пер. с англ.: Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой ; ред.: А. А. Богданов, С. Н. Кочетков. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. - . - 27 см. – ISBN 978-5-94774-364-7. Т. 3 : Пути передачи информации. – 2015. – 448 с. : цв. ил. – Библиогр. в конце разд. – Пер. изд. : *Leninger principles of biochemistry / David L. Nelson, Michael M. Cox. – New York, 2008. – ISBN 978-5-94774-367-8. (5 экз.).* Режим доступа: ЭБС «Лань».

### **б) дополнительная литература**

1. Молекулярная биология [Текст] : учеб, для студ. вузов / А. С. Коницев, Г. А. Севастьянова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2005. - 398 с. : ил. ; 21 см. - (Высшее профессиональное образование : педагогические специальности). - Библиогр.: с. 393-395. - ISBN 5-7695-1965-7. (58 экз.).
2. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] — 2-е изд. (эл.). [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж. ред. Уолкер. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний. 2015. - 855 с. : ил. - Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2877-2 : Б. ц.
3. Кассимерис, Л. Клетки по Льюину [Электронный ресурс] / Л. Кассимерис. - 3-е. - Электрон. текстовые дан. - [Б. м.] : Издательство "Лаборатория знаний", 2018. - 1059 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-00101-587-1 : Б. ц.
4. Биохимия растений [Текст] : учебник / Г.-В. Хелдт ; пер. с англ. М. А. Брейгиной [и др.] ; ред.: А.М. Носов., В. В. Чуб. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с.: ил.: 26 см. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце ст. - Указ.: с. 464-471. - Пер. изд. : *Plant biochemistry / I Ians-Walter Heldt. - 2005. - ISBN 978-5-94774-795-9. (3 экз.).*

### **в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>
4. ЭБ Издательского центра «Академия». Адрес доступа: <http://www.academia-moscow.ru>
5. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html>
6. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>
7. Союз образовательных сайтов - Естественные науки
8. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
9. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.
10. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Аудитория для проведения занятий лекционного типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 25 посадочных мест; техническими средствами обучения: проектор Epson EB-X03, доска маркерная; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине: презентации по темам программы.

Аудитория для проведения занятий практического типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 10 посадочных мест; доской меловой; техническими средствами обучения: проектор BenQ MS521P учебно-наглядными пособиями: презентации по темам программы.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы: аудитория оборудована специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: системный блок PentiumG850, монитор BenQ G252HDA-1 шт.; системный блок Athlon 2 X2 250, монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; системный блок PentiumD 3.0GHz, монитор Samsung 740N – 3 шт.; моноблок IRU T2105P – 2 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQG955 – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung T190N – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung 740N – 1 шт.; проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория оборудована специализированной мебелью на 3 посадочных места; ноутбук Lenovo П580, проектор BenQ MS521P.

### **6.2. Программное обеспечение:**

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition;

Foxit PDF Reader 8.0;

LibreOffice 5.2.2.2;

Ubuntu 14.0;

АСТ-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (АСТ-Maker и АСТ-Converter).

### 6.3. Технические и электронные средства:

Презентации по всем темам курса.

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Основные метаболические пути и их регуляция» применяются следующие образовательные технологии:

Практическое занятие. Практикум с элементами дискуссии; комбинированный семинар; повторительно-обобщающий семинар; практическое занятие по интерпретации результатов эксперимента; семинар с элементами дискуссии; практическое занятие по решению экспериментальных задач; практическое занятие с элементами микро-преподавания; практические занятия-тренинги; семинар-конференция с заранее подготовленными вопросами для обсуждения.

Самостоятельная работа студентов в ходе аудиторных занятий. Письменный экспресс-опрос студентов по содержанию предыдущей лекции, конспектирование лекции, построение структурно-логической схемы лекции, разработка опорного конспекта к материалам лекции, подготовка вопросов преподавателю, решение задач по теме лекции; диктант по основным научным понятиям и терминам темы (или раздела); тестирование; элементы микро-преподавания на практических занятиях; повторение разделов программы с целью подготовки к промежуточной и итоговой аттестации.

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Семинар-исследование.* Технология проведения такого семинара может быть различной, в зависимости от того, какой метод заложен в его основу. В рамках дисциплины «Экология микроорганизмов» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием рефератов по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).  
 - *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Основные метаболические пути и их регуляция» используются следующие технологии:

▪ интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

#### Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
Итого часов				

### VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### *Оценочные материалы для входного контроля*

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется тестирование (тесты с закрытыми вопросами). В процессе тестирования оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине «Основные метаболические пути и их регуляция», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

*Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета*

В рамках дисциплины «Основные метаболические пути и их регуляция» используются следующие формы текущего контроля:

- тестирование (используются тесты с открытыми и закрытыми вопросами, тесты с поэлементным анализом уровня усвоения понятий)
- решение учебных и проблемных задач по темам.
- ответы на вопросы в ходе лекции.
- письменный опрос по теме.
- участие в дискуссии по предложенному к обсуждению перечню вопросов.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине,
- тематика и материалы заданий,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы и билеты для экзамена,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п. III).

## **Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.**

Форма промежуточной аттестации - **экзамен**. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-1, заявленной в п. III.

### **Примерный список вопросов к экзамену**

1. Центральные метаболические пути, сходные у всех живых организмов. Основные принципы регуляции метаболизма.
2. Типы регулирования активности ферментов; действие алло- и изостерических ингибиторов, ковалентная модификация: фосфорилирование, ацилирование, АДФ-рибозилирование. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Каскадный принцип регулирования ферментов.
3. Гормоны как первичные управляющие сигналы метаболизма.
4. Вторичные посредники передачи сигнала: циклические нуклеотиды, ионы  $Ca^{2+}$ , фосфатидилинозитол.
5. Классификация и номенклатура углеводов.
6. Резервные формы углеводов, служащие для запасаения энергии клеткой. Распад полисахаридов. Гидролиз и фосфолиз крахмала и гликогена.
7. Переваривание и всасывание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Транспорт глюкозы из крови в клетки. Нарушения переваривания и всасывания углеводов.
8. Синтез гликогена (гликогеногенез). Распад гликогена (гликогенолиз). Регуляция метаболизма гликогена. Характеристика гормонов, регулирующих обмен гликогена.
9. Регуляция активности гликогенфосфорилазы и гликогенсинтетазы. Регуляция метаболизма гликогена в печени и мышцах. Нарушения обмена гликогена: гликогенозы (болезнь Гирке, гипогликемия), агликогенозы.
10. Фосфорилирование глюкозы. Дефосфорилирование глюкозо-6-фосфата. Участие глюкозо-6-фосфата в синтезе гликогена, катаболизме с образованием  $CO_2$  и  $H_2O$  или лактата и его использования для синтеза новых соединений.
11. Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы. Две стадии гликолиза. Образование АТФ, сопряженное с распадом глюкозо-6-фосфата до молочной кислоты. Энергетический баланс процесса. Гликолиз и гликогенолиз. Регуляция гликолиза и его биологическая роль. Брожение, его биологическая роль.
12. Глюконеогенез. Реакции глюконеогенеза и их локализация в клетке, энергетический баланс. Регуляция. Фосфофруктокиназа и фруктозо-1,6-бифосфатаза – основные регуляторные ферменты глюконеогенеза и гликолиза. Фруктозо-2,6-бифосфат – регуляторная молекула метаболизма углеводов.
13. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Структура пируватдегидрогеназного комплекса: пируватдекарбоксилаза, дигидролипоилтрансацилаза и дигидролипоилдегидрогеназа. Последовательность реакций образования ацетил-КоА. Ацетил-КоА – универсальный интермедиат в метаболизме белков, жиров и углеводов. Регуляция пируватдегидрогеназного комплекса.
14. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Последовательность реакций и ферменты цикла. Энергетическая эффективность. Анаэробные реакции. Принципы регуляции цикла Кребса. Роль малокзима в регуляции.
15. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы и его биологическая роль. Окислительный и неокислительный этап. Энергетический эффект.
16. Дыхательная цепь, основные компоненты, их пространственная организация в мембране. Комплексы, их структура и функции, механизм переноса электронов.

- НАДН-дегидрогеназный комплекс. Сукцинатдегидрогеназный комплекс. Цитохром b/c комплекс. Цитохромоксидазный комплекс.
17. Механизм образования трансмембранного градиента протонов. Мембрана как структурная основа биоэнергетических процессов. Электрохимический потенциал – движущая сила фосфорилирования. Трансформация энергии на сопрягающих мембранах: запасание энергии в конвертируемой форме  $H^+$  и АТФ, единство элементарных энергетических процессов у организмов разных способов жизни.
  18. Окислительное фосфорилирование. Механизм электронного транспорта в дыхательной цепи с фосфорилированием. АТФ-синтаза митохондрий. Структура, локализация, пространственная организация. Современные представления о механизме синтеза АТФ.
  19. Регуляция электронного транспорта в дыхательной цепи. Понятие об ионофорах. Природа разобщающего эффекта. Роль мембранного потенциала в регуляции клеточного метаболизма.
  20. Жирные кислоты: насыщенные, моноеновые, полиеновые, номенклатура. Природные триацилглицеролы. Структура и классификация фосфолипидов и сфинголипидов. Стероиды.
  21. Липолиз резервных липидов. Гормоночувствительная липаза – регуляторный фермент липолиза.
  22. Окисление жирных кислот. Активация жирной кислоты в цитоплазме клетки.
  23. Транспорт жирных кислот в митохондрии при участии карнитина. Регуляция окисления жирных кислот малонил-КоА.
  24. Переваривание триацилглицеролов. Эмульгирование жиров желчными кислотами. Структура, функции и биосинтез желчных кислот. Панкреатическая липаза. Специфичность ее действия. Пролипаза и колипаза.
  25. Всасывание триацилглицеролов. Ресинтез жиров в эпителиальных клетках кишечника. Транспорт липидов и образование хиломикронов (ХМ).
  26. Липопротеины плазмы крови, их состав и структура. Роль липопротеинлипазы. Ключевая роль печени в метаболизме и транспорте липидов.
  27. Последовательность реакций  $\beta$ -окисления ацил-КоА в матриксе митохондрий. Энергетика окисления жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот.
  28. Кетоновые тела (ацетоацетат, ацетон, 2-оксибутират), биосинтез и биологическая роль. Регуляция кетогенеза. Содержание кетоновых тел в плазме крови как физиологический показатель.
  29. Биосинтез жирных кислот. Транспорт внутримитохондриального ацетил-КоА в цитоплазму. Цитратный механизм транспорта ацетил-КоА. Образование малонил-КоА, роль биотина (витамина Н) в этом процессе. Мультиферментный комплекс – синтетаза жирных кислот и ацил-переносящий белок как один из его компонентов. Последовательность реакций синтеза пальмитиновой кислоты.
  30. Синтез ненасыщенных жирных кислот. Микросомальная десатуразная система. Биосинтез триацилглицеролов. Регуляция липидного обмена. Нарушения липидного обмена (гиперлипемия, атеросклероз).
  31. Дыхательная цепь как источник активных форм кислорода. Реакции, катализируемые оксидазами и оксигеназами.
  32. Перекисное окисление липидов. Системы защиты клеток от активных форм кислорода: ферменты антиоксидантного действия, витамины (Е, С,  $\beta$ -каротин – предшественник витамина А), обладающие антиоксидантным действием.
  33. Протеолитические ферменты желудочно-кишечного тракта: пепсин, химотрипсин, трипсин и другие. Их специфичность. Зимогены и их активация. Карбоксипептидазы и аминопептидазы. Внутриклеточный протеолиз. Липосомы и протеосомы. Роль убиквитина. Тканевые протеазы животных. Транспорт аминокислот в клетки.

34. Трансаминирование. Механизм реакции и роль пиридоксальфосфата. Органоспецифические аминотрансферазы и аминотрансферазы с субстратной специфичностью. Биологическое значение трансаминирования. Диагностическое определение аминотрансфераз в клинической практике.
35. Деаминация аминокислот. Окислительное деаминация, глутаматдегидрогеназа. Непрямое деаминация и его биологическая роль. Образование аммиака и его токсическое действие. Связывание аммиака в клетках. Связывание аммиака в клетках. Образование глутамина и аспарагина.
36. Биосинтез мочевины – орнитинный цикл Кребса. Энергетический баланс и биологическая роль орнитинового цикла. Биосинтез заменимых аминокислот. Азотсодержащие соединения – производные аминокислот.
37. Общие промежуточные продукты различных метаболических путей. Регуляция метаболических путей по принципу отрицательной обратной связи. Особенности регуляции метаболизма у одноклеточных и многоклеточных организмов.
38. Ключевые пары метаболитов: НАД(Ф)<sup>+</sup> / НАД(Ф)Н + Н<sup>+</sup>, АТФ / АДФ, ацилКоА / КоА, лактат / пируват, оксипутират / ацетоацетат, - и факторы, влияющие на их концентрацию.
39. Дивергенция катаболических и анаболических цепей метаболизма. Гормоны в качестве первичных управляющих сигналов метаболизма.

**Разработчики:**



(подпись)

доцент А.В. Третьякова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», профиль «Биология».

Программа рассмотрена на заседании кафедры биохимии, молекулярной биологии и генетики.

«26» 04 2024 г.

Протокол № 7 Зав. кафедрой С.О.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*