

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана факультета агрономии и биотехнологии

Белолобцев А.И.

« 23 » 06 2020 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.Б. 15 «Основы биохимии и молекулярной биологии»**

для подготовки бакалавров  
Направление – 19.03.01 Биотехнология  
Направленность: Биотехнология  
Форма обучения - очная  
Год начала подготовки: 2019 г  
Курс 2  
Семестр 3,4

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2020 г. начала подготовки.

Разработчики: Поливанова О.Б. к.б.н., старший преподаватель

« 22 » 06 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии \_\_ протокол № 12 от « 22 » 06 2020 г.

Заведующий кафедрой Калашникова Е.А., доктор биологических наук, профессор

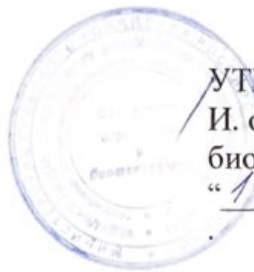
« 22 » 06 2020 г.

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой Калашникова Е.А., доктор биологических наук, профессор

« 22 » 06 2020 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ:

И. о. декана факультета агрономии и биотехнологии Леунов В. И.  
«14» 09 2019 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.Б.15 «Основы биохимии и молекулярной биологии»**

для подготовки бакалавров  
Направление: 19.03.01 – «Биотехнология»  
Направленность: «Биотехнология»  
Форма обучения очная  
Год начала подготовки: 2018 \_\_\_\_\_

Курс 2  
Семестр 3-4

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2019 г. начала подготовки.

Разработчик Поливанова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, старший преподаватель

Поливанова «13» 09 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии

\_\_\_\_\_ протокол № 2 от «13» 09 2019 г.

Заведующая кафедрой биотехнологии д-р биол. наук, проф. Калашникова Е.А.

Калашникова

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующая выпускающей кафедрой биотехнологии д-р биол. наук, проф. Калашникова Е.А.

Калашникова

. «  » \_\_\_\_\_ 201   г.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Факультет агрономии и биотехнологии  
Кафедра биотехнологии



УТВЕРЖДАЮ:

И. о. декана факультета агрономии и биотехнологии

 Леунов В.И.

“ 24 ” 12 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.Б.15 ОСНОВЫ БИОХИМИИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.01 – «Биотехнология»

Направленность: «Биотехнология»

Курс 2

Семестр 3-4

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2018

Разработчики: Поливанова О. Б., ассистент, Чередниченко М.Ю. кандидат биологических наук, доцент

*Чередниченко*

«07» 12 2018 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р с.-х. наук, профессор

*Тараканов*

«07» 12 2018 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства протокол № 03 от «07» 12 2018 г.

И.о. зав. кафедрой Пыльнев В. В., д-р биол. наук, профессор  
*В.В.П.*

«07» 12 2018 г.

Согласовано: Председатель учебно-методической комиссии факультета Милюкова Н. А., кан. биол. наук, доцент

*Милюкова*

«24» 12 2018 г.

*Протокол № 24*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

И. о. Заведующего выпускающей кафедрой генетики, биотехнологии селекции и семеноводства Пыльнев В. В., д-р биол. наук, профессор  
*В.В.П.*

«24» 12 2018 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

*Клиш*

Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов получены:

Методический отдел УМУ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	4
ПО СЕМЕСТРАМ .....	4
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.3 ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ И СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	17
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>29</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>32</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	33
6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	60
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>60</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	60
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	61
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>61</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>62</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>62</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	63
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>63</b>

## АННОТАЦИЯ

### рабочей программы учебной дисциплины Б1.Б.15 «Основы биохимии и молекулярной биологии» для подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 «Биотехнология» направленность – «Биотехнология»

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов системного научного знания о специфике молекулярного, надмолекулярного и субклеточного уровней организации биологических систем, являющихся центральным элементом биотехнологических производств. Курс «Основы биохимии и молекулярной биологии» раскрывает ключевые понятия и основные проблемы двух смежных дисциплин – биохимии и молекулярной биологии. Данный курс дает фундаментальные знания о строении и свойствах макромолекул, входящих в состав живой материи, их химических превращениях и значении этих превращений для понимания физико-химических основ жизни. В ходе изучения дисциплины раскрываются основные молекулярные механизмы наследственности и адаптации биохимических процессов в живых организмах к изменяющимся условиям окружающей среды. Формируется понимание единства метаболических процессов в организме и их регуляции на молекулярном, клеточном, организменном уровнях.

**Место дисциплины в учебном плане:** Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» включена в базовую часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» направленность – «Биотехнология». Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» являются «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Ботаника», «Физика», «Информатика», «Статистика». Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Цитология», «Физиология растений», «Генетика», «Основы биотехнологии».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ПК-11; ПК-15\*; ПК-18\*.

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» дает системные знания об объектах и процессах, происходящих в живых организмах на молекулярном уровне. В течение двух семестров даются, закрепляются и контролируются знания о следующих классах молекул: аминокислоты, пептиды, белки, ферменты, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды, витамины, антибиотики, гормоны и регуляторы роста. Знания структурированы по следующим темам: химический состав, структура, химические, физические и физико-химические свойства, методы анализа, анаболические и катаболические пути, в которых формируется и распадается биомолекула, взаимосвязь с другими классами биомолекул, роль на тканевом, органном, организменном, популяци-

онном, видовом и эволюционном уровнях. Темы, в свою очередь, формируют семь модулей, по каждому из которых студент отчитывается либо в виде контрольной работы (по шести из семи модулей) и/или в виде выполнения индивидуального домашнего задания (по трём модулям из семи). В процессе освоения материала студент учится находить взаимосвязи между различными классами биомолекул и процессами их метаболических превращений, связь между химическим составом, строением (архитектурой), локализацией и функцией биологической молекулы; находить, анализировать и структурировать усвоенные знания по биохимии и молекулярной биологии; находить возможное применение изучаемых биологических процессов в биотехнологическом производстве. Дисциплина разбита на модули, каждый из которых включает цикл.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 8 зачетных единицы (288 часов).  
Итоговый контроль – зачет с оценкой.

**Промежуточный контроль:** зачет.

**Ведущие преподаватели:** преподаватели кафедры биотехнологии факультета агрономии и биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

### **1. Цель освоения дисциплины.**

Целью освоения дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» является формирование у студентов системы знания о специфике молекулярного, надмолекулярного и субклеточного уровней организации биологических систем, являющихся центральным элементом биотехнологических производств.

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана в базовую часть. Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» направленность – «Биотехнология».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» являются «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Ботаника», «Физика», «Информатика», «Статистика».

Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Цитология», «Физиология растений», «Генетика», «Основы биотехнологии».

Особенностью дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» является ее комплексный характер, включающий в себя как научные, так и практические аспекты современной биохимии и молекулярной биологии, используемые в сельскохозяйственной практике, растениеводстве, биотехнологии и селекции растений. Дисциплина является наукоемкой и требу-

ющей глубоких базовых знаний по органической и неорганической химии, общей биологии.

Рабочая программа дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. (288 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.



## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	навыками решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
2.	ОПК-2	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и	основными законами естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспери-

			тального исследования	моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ментального исследования
3.	ОПК-3	способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	Законы взаимодействия веществ, возможности их применения на практике; основные химические и физические явления; современные нормы химической, радиационной безопасности; основы биологического действия веществ; допустимые уровни содержания веществ в почвах, кормах, удобрениях и продуктах питания	Применять законы взаимодействия веществ на практике; находить и обобщать информацию о загрязнении территории химическими веществами; оценивать реальную опасность действия веществ	Терминами и понятиями химических, физических явлений природы; навыками работы с нормативными документами по безопасности; навыками работы с современными источниками информации
4.	ПК-11	готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ	современные информационные технологии	Применять современные информационные технологии и базу данных в биотехнологии	современными информационными технологиями в биотехнологии

5.	ПК-15*	способность использовать основные закономерности наследственности, генетические и цитологические методы в профессиональной деятельности	Знать основные закономерности наследственности, генетические и цитологические методы для применения их в решении биотехнологических задач	Уметь на практике применять основные закономерности наследственности, генетические и цитологические методы	Владеть генетическими и цитологическими методами для решения биотехнологических задач
6.	ПК-18*	способность использовать современные достижения нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в растениеводстве	современные достижения нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в растениеводстве	Уметь на практике применять современные достижения нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в растениеводстве	Владеть современными методами нано- и биотехнологий, молекулярной биологии для решения биотехнологических задач

**ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 2

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

**4.2 Содержание дисциплины**

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	В т.ч. по семестрам	
		№ 3	№ 4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>288</b>	<b>216</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>130,6</b>	<b>68,25</b>	<b>62,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>			
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	54	34	20
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	76	34	42
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-
<i>курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)</i>	-	-	-
<i>консультации перед экзаменом</i>	-	-	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,7	0,25	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>157,4</b>	<b>147,75</b>	<b>9,65</b>
<i>реферат/эссе (подготовка)</i>	-	-	-
<i>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>	-	-	-
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	-	-	-
<i>контрольная работа</i>	-	-	-
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	151,4	147,75	9,65
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	-	-	-
<i>Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)</i>	-	-	-
Вид промежуточного контроля:	зачёт с оценкой		

**ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3

**Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1 «Введение в основы биохимии»</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>4</b>			<b>8</b>
Тема 1 «Химические физические и основы биохимии»	4	1	1			2
Тема 2 «Генетические и эволюционные основы биохимии»	4	1	1			2
Тема 3 «Роль воды в живых организмах»	7	1	2			4
<b>Раздел 2 «Аминокислоты и пептиды»</b>	<b>21,75</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>13,75</b>
Тема 4 «Строение, классификация и свойства аминокислот»	4,75	1	1			2,75
Тема 5 «Методы анализа аминокислот:	6	1	1			4

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ/ С	ЛР	ПКР	
титрование и хроматографическое разделение»						
Тема 6 «Пептиды: строение, роль в организме»	7	1	1			5
Тема 7 «Качественные реакции на аминокислоты и пептиды»	4	1	1			2
<b>Раздел 3 «Структура и функции белков»</b>	<b>42</b>	<b>8</b>	<b>7</b>			<b>27</b>
Тема 8 «Строение и классификация белков. Первичная структура»	7	2	1			4
Тема 9 «Вторичные структуры белка: α-спираль, β-складчатость, β-изгиб. Нерегулярные вторичные структуры»	9	2	2			5
Тема 10 «Третичная и четвертичная структура белка.»	8	1	1			6
Тема 11 «Денатурация и фолдинг»	8	1	1			6
Тема 12 «Функции белков. Связывания с лигандами и энергозависимые взаимодействия»	10	2	2			6
<b>Раздел 4 «Методы анализа белков»</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>7</b>			<b>22</b>
Тема 13 «Выделение, очистка, разделение белков и количественное определение белков»	14	2	4			8
Тема 14 «Определение молекулярной массы и формы белковых молекул.»	12	2	2			8
Тема 15 «Определение аминокислотной последовательности белков: секвенирование»	9	2	1			6
<b>Раздел 5 «Ферменты и кинетика ферментативных реакций»</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>10</b>			<b>40</b>
Тема 16 «Строение и свойства ферментов»	11	2	1			8
Тема 17 «Кинетика ферментативных реакций»	14	2	4			8
Тема 18 «Ингибирование»	12	2	2			8
Тема 19 «Аллостерическое ингибирование»	12	2	2			8
Тема 20 «Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции»	11	2	1			8
<b>Раздел 6 «Углеводы и углеводный обмен»</b>	<b>42</b>	<b>3</b>	<b>2</b>			<b>37</b>
Тема 21 «Углеводы: классификация и строение.»	10,5	0,5				10
Тема 22 «Метаболизм глюкозы и дыхание»	12	1	1			10
Тема 23 «Цикл ди- и трикарбоновых кислот. Цикл лимонной кислоты: метаболиты, ферменты, значение»	10	1	1			8
Тема 24 «Фотосинтез»	9,5	0,5				9
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25				0,25	
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>216</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>0,25</b>	<b>147,75</b>
<b>Раздел 7 «Строение, химические и физические свойства нуклеиновых кислот. Репликация ДНК»</b>	<b>12,5</b>	<b>3</b>	<b>8</b>			<b>1,5</b>

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ/ С	ЛР	ПКР	
Тема 25 «Химический состав, строение и свойства нуклеиновых кислот»	3,5	1	2			0,5
Тема 26 «Репликация ДНК прокариот»	4,5	1	3			0,5
Тема 27 «Репликация ДНК эукариот»	4,5	1	3			0,5
<b>Раздел 8 «Репарация и рекомбинация ДНК»</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>6</b>			<b>1</b>
Тема 28 «Мутации и мутагены»	4,5	1	2			1,5
Тема 29 «Механизмы репарации и рекомбинации»	5,5	1	4			0,5
<b>Раздел 9 «Экспрессия генов»</b>	<b>20,65</b>	<b>7</b>	<b>11</b>			<b>2,65</b>
Тема 30 «Транскрипция»	5,5	2	3			0,5
Тема 31 «Трансляция»	5,5	2	3			0,5
Тема 32 «Фолдинг, транспорт и модификация белков»	3,5	1	2			0,5
Тема 33 «Регуляция экспрессии генов»	6,15	2	3			1,15
<b>Раздел 10 «Методы молекулярно-генетического анализа»</b>	<b>14,5</b>	<b>4</b>	<b>9</b>			<b>1,5</b>
Тема 34 «Методы гибридизации и ПЦР. Молекулярные маркеры. Электрофорез в агарозном геле»	4,5	1	3			0,5
Тема 35 «Клонирование ДНК. Рекомбинантная ДНК»	3,5	1	3			0,5
Тема 36 «Методы секвенирования. Анализ экспрессии генов»	5,5	2	3			0,5
<b>Раздел 11 «Липидный обмен и основы биоэнергетики»</b>	<b>7,5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			<b>1,5</b>
Тема 37 «Общая характеристика липидов, липидный обмен»	3,5	1	2			0,5
Тема 38 «Основы биоэнергетики клетки»	4	1	2			1
<b>Раздел 12 «Биологически активные вещества»</b>	<b>7,5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			<b>1,5</b>
Тема 39 «Антибиотики, витамины, антитела»	3,5	1	2			0,5
Тема 40 «Гормоны и регуляторы роста»	4	1	2			1
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35				0,35	
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>42</b>		<b>0,35</b>	<b>9,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>288</b>	<b>54</b>	<b>76</b>		<b>0,6</b>	<b>157,4</b>

### 3 семестр

#### Раздел 1. Введение в основы биохимии

##### Тема 1. Химические и физические основы биохимии

1. Химический состав живых клеток.
2. Макромолекулы в клетках.
3. Трёхмерная структура макромолекул. Конфигурация и конформация.

4. Живые организмы как открытые системы.
5. Энергетическое сопряжение в биологических реакциях.

### **Тема 2. Генетические и эволюционные основы биохимии**

1. Хранение и передача генетической информации.
2. Изменения наследственной информации как основа эволюции.
3. Химическая эволюция биомолекул. Гипотеза РНК-мира.
4. Молекулярное строение веществ и эволюционные связи.

### **Тема 3. Роль воды в живых организмах**

1. Слабые взаимодействия в водных средах.
2. Ионизация воды. Слабые кислоты и основания.
3. Роль буферных систем в поддержании рН в биологических системах.
4. Участие воды в реакциях в биологических системах.

## **Раздел 2. Аминокислоты и пептиды**

### **Тема 4. Строение, классификация и свойства аминокислот**

1. Аминокислоты: строение, классификация, свойства.
2. Биосинтез аминокислот.

### **Тема 5 Методы анализа аминокислот: титрование и хроматографическое разделение**

1. Кислотно-основные свойства аминокислот.
2. Кривые титрования аминокислот. Определение электрического заряда аминокислот.
3. Хроматографическое разделение аминокислот, Масс-спектрометрия.

### **Тема 6 Пептиды: строение, роль в организме**

1. Образование пептидной связи. Свойства пептидной связи.
2. Кривые титрования пептидов. Определение изоэлектрической точки.
3. Функции пептидов в организме.

### **Тема 7. Качественные реакции на аминокислоты и пептиды**

1. Качественные реакции на аминокислоты.
2. Качественные реакции на пептиды.

## **Раздел 3 Структура и функции белков**

### **Тема 8 Строение и классификация белков. Первичная структура**

1. Классификация белков в зависимости от функции.
2. Первичная структура белка. Конфигурация пептидной связи.

### **Тема 9 Вторичные структуры белка**

1. Вторичные структуры белка:  $\alpha$ -спираль.

2. Вторичные структуры белка:  $\beta$ -складчатость,  $\beta$ -изгиб.
3. Нерегулярные вторичные структуры.
4. Характеристика вторичных структур белка. Карта Рамачандра.

### **Тема 10 Третичная и четвертичная структура белка**

1. Конфигурация и конформация. Стабилизация конформации белка. Слабые взаимодействия.
2. Третичная структура фибриллярных белков. Альфа-кератин, коллаген, фиброин.
3. Глобулярные белки.
4. Белковые мотивы. Классификация белков на основании структурных мотивов.
5. Четвертичная структура белка.

### **Тема 11 Денатурация и фолдинг**

1. Взаимосвязь между структурой и функцией белка. Денатурация.
2. Фолдинг. Молекулярные шапероны.
3. Нарушения фолдинга белка.

### **Тема 12 Функции белков. Связывания с лигандами и энергозависимые взаимодействия**

1. Обратимое связывание белков с лигандами. Белки, связывающие кислород.
2. Комплементарное взаимодействие белков с лигандами: иммунная система и иммуноглобулины.
3. Энергозависимые взаимодействия белков: актин, миозин и молекулярные моторы.

## **Раздел 4 Методы анализа белков**

### **Тема 13 Выделение, очистка, разделение белков и количественное определение белков**

1. Свойства белков: лабильность, цвиттер-ионная природа, изоэлектрическая точка, растворимость, денатурация, ренатурация.
2. Выделение и очистка белков. Мониторинг очистки белков. Предварительная очистка. Активность и удельная активность.
3. Методы фракционирования белков. Фракционирование путем денатурации, с помощью солей, органических растворителей, осаждением в изоэлектрической точке.
4. Хроматографические методы, применяемые при разделении белков: ионнообменная хроматография, афинная хроматография, гель-фильтрация
5. Электрофорез белков и изоэлектрическое фокусирование.
6. Количественное определение белков. Поглощение в УФ-диапазоне. Метод Лоури, метод Бредфорд, метод Кьельдаля, метод с бицинониновой кислотой.



## **Тема 14 Определение молекулярной массы и формы белковых молекул**

1. Масс-спектрометрия.
2. Определение третичной структуры методом рентгеновской кристаллографии.
3. Построение трехмерных моделей структуры белка. Метод ЯМР.
4. Протеомика и функциональный анализ белков.

## **Тема 15 Определение аминокислотной последовательности белков: секвенирование**

1. Расщепление белков на более короткие пептиды.
2. Секвенирование по методу Эдмана.
3. Обнаружение дисульфидных связей и построение профиля гидрофобности.

## **Раздел 5 Ферменты и кинетика ферментативных реакций**

### **Тема 16 Строение и свойства ферментов**

1. Строение, номенклатура и классификация ферментов.
2. Свойства ферментов. Отличие белков от химических катализаторов. Специфичность ферментов.
3. Каталитический центр и аллостерический участок.
4. Одно- и многокомпонентные ферменты.
5. Мульти- и мономеры. Изо- и мультиэнзимы. Метаболон.
6. Энергия активации ферментативной реакции.

### **Тема 17 Кинетика ферментативных реакций.**

1. Кинетика ферментативных реакций.
2. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
3. Уравнения Лайнуивера-Берка, Эди-Хофсти.
4. Константа Михаэлиса.

### **Тема 18 Ингибирование**

1. Обратимое и необратимое ингибирование.
2. Конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное ингибирование.
3. Антиметаболиты.
4. Ковалентная модификация ферментов.
5. Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции.

### **Тема 19 Аллостерическое ингибирование**

1. Модель Моно-Уаймана-Шанжё,
2. Модель Кошланда. Коэффициент Хилла.
3. Кооперативность, гомо- и гетеротропный эффект.

### **Тема 20 Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции**

1. Энзимоген.
2. Двусубстратные ферментативные реакции.

## **Раздел 6 Углеводы и углеводный обмен**

### **Тема 21 Углеводы: классификация и строение**

1. Моно- и олигосахариды.
2. Полисахариды.
3. Гидролиз, фосфоролиз. Превращение моносахаридов.
4. Обмен простых углеводов, олигосахаридов, полисахаридов.
5. Гликоконъюгаты: протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды.
6. Углеводы как информационные молекулы.

### **Тема 22 Метаболизм глюкозы и дыхание**

1. Дыхание. Обмен глюкозо-6-фосфата.
2. Дихотомический путь распада.
3. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы.
4. Обмен пировиноградной кислоты.
5. Глюкуроновый путь окисления глюкозы.
6. Цепь переноса электронов в митохондриях.

### **Тема 23 Цикл карбоновых кислот**

1. Цикл ди- и трикарбоновых кислот.
2. Цикл лимонной кислоты: метаболиты, ферменты, значение.

### **Тема 24 Фотосинтез**

1. Световая фаза фотосинтеза.
2. Цепь переноса электронов в хлоропластах.
3. Устройство фотосистемы I и II.
4. Темновая фаза фотосинтеза.
5. Цикл Кальвина и Хэтча-Слэка: метаболиты, ферменты, значение, сравнение.

## **4 семестр**

## **Раздел 7 Строение, химические и физические свойства нуклеиновых кислот. Репликация ДНК**

### **Тема 25 Химический состав, строение и свойства нуклеиновых кислот.**

1. Химический состав и строение нуклеиновых кислот.
2. Полиморфизм структуры ДНК.
3. Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность.

### **Тема 26 Репликация ДНК прокариот**

1. Доказательства полуконсервативного механизма репликации.
2. Типы репликации.
3. Ферменты репликации, реплисома
4. Репликация ДНК прокариот на примере *E. coli*: инициация, элонгация, терминация.

## **Тема 27 Репликация ДНК эукариот**

1. ДНК-полимеразы эукариот: многообразие и классификация
2. Особенности репликации у эукариот на примере *Saccharomyces cerevisiae*.
3. Особенности репликации теломер хромосом эукариот. Теломераза.
4. Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариот.

## **Раздел 8 Репарация и рекомбинация ДНК**

### **Тема 28 Мутации и мутагены**

1. Мутации: понятие, классификация, роль в жизни клетки, организма и вида.
2. Мутагены.
3. Горячие точки и частота мутаций.

### **Тема 29 Механизмы репарации и рекомбинации**

1. Репарация: роль в жизни клетки, классификация.
2. Прямое восстановление: фотореактивация, прюфридинг, репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей.
3. Эксцизионная репарация: темновая репарация димеров, репарация с помощью гликозилаз и AP-эндонуклеаз, мисмэтч-репарация. SOS-репарация.
4. Пострепликативная репарация.
5. Рекомбинация ДНК. Структура Холлидея.

## **Раздел 9 Экспрессия генов**

### **Тема 30 Транскрипция**

1. Особенности химического состава и строения РНК.
2. Матричная РНК, транспортная РНК, рибосомальная РНК. Роль модифицированных нуклеотидов в РНК. Образование неканонических пар нуклеотидов у РНК.
3. РНК-полимеразы прокариот: роль в клетке, классификация, строение, функции отдельных субъединиц.
4. Инициация, элонгация и терминация транскрипции у про- и эукариот.
5. Процессинг: полиаденилирование, кэпирование, сплайсинг. Понятие об альтернативном сплайсинге.
6. Распад мРНК.
7. РНК-синтазная система вирусов.
8. Гены, кодирующие РНК. Регуляция транскрипции.

### **Тема 31 Трансляция**

1. Строение рибосом у про- и эукариот.
2. Трансляция. Роль в жизни клетки.
3. Этапы трансляции: образование аминоацил-тРНК, инициация, элонгация и терминация трансляции у про- и эукариот.

4. Затраты энергии при трансляции. Ингибирование трансляции. Антибиотики.
5. Регуляции трансляции.

### **Тема 32 Фолдинг, транспорт и модификация белков**

1. Фолдинг. Роль фолдаз, шаперонов, лигандов.
2. Пути и механизмы транспорта белков в клетке после их синтеза на рибосомах.
3. Модификация белков.
4. Сортировка и распад белков.

### **Тема 33 Регуляция экспрессии генов**

1. Структура генома: классификация кодирующих и некодирующих последовательностей.
2. Повторяющиеся последовательности в геноме и их роль.
3. Уровни регуляции экспрессии генов. Положительная и отрицательная регуляция. Механизм регуляции lac-оперона и аттенуации trp-оперона. Энкапсулы. Сайленсеры.
4. РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК.

## **Раздел 10 Методы молекулярно-генетического анализа**

### **Тема 34 Методы гибридизации и ПЦР. Молекулярные маркеры.**

#### **Электрофорез в агарозном геле**

1. Саузерн- и Нозерн-блоттинг.
2. Полимеразная цепная реакция.
3. Молекулярные маркеры: SSR, SNP, RFLP, AFLP, RAPD, SCAR, STS.
4. Детекция продуктов ПЦР: электрофорез в агарозном геле.
5. ПЦР в реальном времени, фрагментный анализ.

### **Тема 35 Клонирование ДНК. Рекомбинантная ДНК**

1. Клонирование ДНК.
2. Рекомбинантная ДНК.
3. Клонирование и экспрессирующие векторы.
4. Библиотеки кДНК.

### **Тема 36 Методы секвенирования. Анализ экспрессии генов**

1. Секвенирование по Сенгеру: метод «терминаторов».
2. Пиросеквенирование.
3. Технология секвенирования на молекулярных кластерах с использованием флуоресцентно меченых нуклеотидов.
4. Технология циклического лигазного секвенирования.
5. Ионное полупроводниковое секвенирование.
6. Одномолекулярное секвенирование. Нанопоровое секвенирование.
7. Анализ экспрессии генов.

## Раздел 11 Липидный обмен и основы биоэнергетики

### Тема 37 Общая характеристика липидов, липидный обмен

1. Общая характеристика и классификация липидов.
2. Простые липиды: жиры, воски, стериды. Сложные липиды.
3. Обмен триглицеридов; бета-окисление высших жирных кислот.
4. Синтез триглицеридов, обмен стеридов, обмен фосфатидов.
5. Перенос липидов между мембранами.

### Тема 38 Основы биоэнергетики клетки

1. Классификация процессов биологического окисления и локализация их в клетке. Свободное окисление.
2. Окисление, сопряженное с фосфорилированием АДФ.
3. Энергетический баланс распада углеводов и триглицеридов.

## Раздел 12 Биологически активные вещества

### Тема 39 Антибиотики, витамины, антитела

1. Антибиотики.
2. Витамины.
3. Антитела.

### Тема 40 Гормоны и регуляторы роста

1. Классификация гормонов.
2. Гормоны животных и гормоны и регуляторы роста растений.
3. Вторичные мессенджеры.

## 4.3 Лекции, практические и семинарские занятия

Таблица 4

### Содержание лекций, практических и семинарских занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. «Введение в основы биохимии»</b>				<b>7</b>
	Тема 1. «Химические физические и основы биохимии»	Лекция № 1 «Введение в биохимию. Химические физические и основы биохимии»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*		1
		Семинарское занятие № 1 «Химический состав живых клеток. Живые организмы как открытые системы. Свойства живого»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*	Коллоквиум, решение задач	1
	Тема 2 «Генетические и	Лекция № 2 «Генетические и эволюционные основы биохимии»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*,		1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов	
	эволюционные основы биохимии»		ПК-18*			
		Семинарское занятие № 2 «Химическая эволюция биомолекул. Молекулярное строение вещества и эволюционные связи»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Коллоквиум, решение задач	1	
		Тема 3. «Роль воды в живых организмах»	Лекция № 3 «Роль воды в живых организмах»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 1 «Роль буферных систем в живых организмах»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*	Решение задач	2	
2	<b>Раздел 2. «Аминокислоты и пептиды»</b>				<b>8</b>	
	Тема 4 «Строение, классификация и свойства аминокислот»	Лекция № 4 «Строение, классификация и свойства аминокислот»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		1	
		Практическое занятие № 2 «Кислотно-основные свойства аминокислот»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	1	
	Тема 5 «Методы анализа аминокислот: титрование и хроматографическое разделение»	Лекция № 5 «Методы анализа аминокислот: титрование и хроматографическое разделение»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		1	
		Практическое занятие № 3 «Определение заряда аминокислот. Кривые титрования аминокислот»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	1	
	Тема 6 «Пептиды: строение, роль в организме»	Лекция № 6 «Классификация пептидов, их роль в организме. Свойства пептидной связи»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*		1	
		Практическое занятие № 4 «Определение изоэлектрической точки пептидов. Избирательное разрушение пептидных связей»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	1	
	Тема 7 «Качественные реакции на аминокислоты и пептиды»	Лекция № 7 «Качественные реакции на аминокислоты и пептиды»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*		1	
		Практическое занятие № 5 «Качественные реакции на аминокислоты и пептиды»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*	Ответы на вопросы	1	
3.	<b>Раздел 3 «Структура и функции белков»</b>				<b>15</b>	

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов	
4.	Тема 8 «Строение и классификация белков. Первичная структура»	Лекция № 8 «Строение и классификация белков. Первичная структура»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		2	
		Практическое занятие № 6 «Строение и классификация белков. Первичная структура»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Ответы на вопросы	1	
	Тема 9 «Вторичные структуры белка: $\alpha$ -спираль, $\beta$ -складчатость, $\beta$ -изгиб. Нерегулярные вторичные структуры»	Лекция №9 «Вторичные структуры белка: $\alpha$ -спираль, $\beta$ -складчатость, $\beta$ -изгиб. Нерегулярные вторичные структуры»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		2	
		Практическое занятие № 7 «Вторичные структуры белка: $\alpha$ -спираль, $\beta$ -складчатость, $\beta$ -изгиб. Нерегулярные вторичные структуры»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	2	
	Тема 10 «Третичная и четвертичная структура белка»	Лекция №10 «Третичная и четвертичная структура белка»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		1	
		Практическое занятие № 8 «Конфигурация и конформация. Типы слабых взаимодействий»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	1	
	Тема 11 «Денатурация и фолдинг»	Лекция №11 «Денатурация и фолдинг»	ОПК-1, ПК-11, ПК-18*		1	
		Семинарское занятие № 3 «Денатурация и фолдинг»	ОПК-1, ПК-11, ПК-18*	Коллоквиум	1	
	Тема 12 «Функции белков. Связывания с лигандами и энергозависимые взаимодействия»	Лекция №12 «Функции белков. Связывания с лигандами и энергозависимые взаимодействия»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*		2	
		Семинарское занятие № 4 «Связывание белков с лигандами. Иммунная система»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*	Коллоквиум	2	
		<b>Раздел 4 «Методы анализа белков»</b>				<b>13</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов	
	Тема 13 «Выделение, очистка, разделение белков и количественное определение белков»	Лекция №13 «Выделение, очистка, разделение белков и количественное определение белков»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*		2	
		Практическое занятие № 9 «Количественное определение белков»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*	Ответы на вопросы	2	
		Практическое занятие № 10 «Выделение, очистка, разделение белков»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*	Ответы на вопросы, Тестирование	2	
	Тема 14 «Определение молекулярной массы и формы белковых молекул».	Лекция № 14 «Определение молекулярной массы и формы белковых молекул»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		2	
		Практическое занятие № 11 «Методы функционального анализа белков. Протеомика»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Ответы на вопросы	2	
	Тема 15 «Определение аминокислотной последовательности белков: секвенирование»	Лекция № 15 «Определение аминокислотной последовательности белков: секвенирование»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11, ПК-18*		2	
		Практическое занятие № 12 «Секвенирование белков»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11, ПК-18*	Ответы на вопросы	1	
	5.	<b>Раздел 5 «Ферменты и кинетика ферментативных реакций»</b>				<b>20</b>
	Тема 16 «Строение и свойства ферментов»	Лекция № 16 «Строение и свойства ферментов»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		2	
Практическое занятие № 13 «Строение и свойства ферментов»		ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	1		
Тема 17 «Кинетика ферментативных реакций»	Лекция № 17 «Кинетика ферментативных реакций»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*		2		
	Практическое занятие № 14 «Уравнение Михаэлис-Ментен Уравнения Лайнуивер-Берка, Эди-Хофсти»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*	Решение задач	4		
Тема 18 «Ингиби-	Лекция № 18 «Ингибирование»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-		2		



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	рование»		18*		
		Практическое занятие № 15 «Конкурентное и неконкурентное ингибирование»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*	Ответы на вопросы, Решение задач	2
	Тема 19 «Аллостерическое ингибирование»	Лекция № 19 «Аллостерическое ингибирование»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*		2
		Практическое занятие № 16 «Аллостерическое ингибирование»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*	Ответы на вопросы	2
	Тема 20 «Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции»	Лекция № 20 «Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*		2
		Практическое занятие № 17 Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*	Ответы на вопросы	1
6.	<b>Раздел 6 «Углеводы и углеводный обмен»</b>				<b>5</b>
	Тема 21 «Углеводы: классификация и строение»	Лекция № 21 «Углеводы: классификация и строение»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		0,5
	Тема 22 «Метаболизм глюкозы и дыхание»	Лекция № 22 «Метаболизм глюкозы и дыхание»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		1
		Семинарское занятие № 5 «Метаболизм глюкозы и дыхание»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Коллоквиум	1
	Тема 23 «Цикл ди- и трикарбоновых кислот. Цикл лимонной кислоты. Цикл лимонной кислоты: метаболиты, ферменты, значение»	Лекция № 23 Цикл ди- и трикарбоновых кислот. Цикл лимонной кислоты: метаболиты, ферменты, значение»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		1
		Семинарское занятие № 6 «Цикл ди- и трикарбоновых кислот. Цикл лимонной кислоты: метаболиты, ферменты, значение»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Коллоквиум	1
	Тема 24 «Фото-	Лекция № 24 «Фотосинтез»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-		0,5

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	синтез»		18*		
7.	<b>Раздел 7 «Строение, химические и физические свойства нуклеиновых кислот. Репликация ДНК»</b>				<b>11</b>
	Тема 25 «Химический состав, строение и свойства нуклеиновых кислот»	Лекция № 25 «Химический состав, строение и свойства нуклеиновых кислот»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 18 «Химический состав, строение и свойства нуклеиновых кислот»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	2
	Тема 26 «Репликация ДНК прокариот»	Лекция № 26 «Репликация ДНК прокариот»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 19 «Репликация ДНК прокариот»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*	Тестирование, Ответы на вопросы	3
	Тема 27 «Репликация ДНК эукариот»	Лекция № 27 «Репликация ДНК эукариот»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 20 «Репликация ДНК эукариот»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*	Тестирование, Ответы на вопросы	3
8.	<b>Раздел 8 «Репарация и рекомбинация ДНК»</b>				<b>8</b>
	Тема 28 «Мутации и мутагены»	Лекция № 28 «Мутации и мутагены»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 21 «Мутации и мутагены»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*	Тестирование, Ответы на вопросы	2
	Тема 29 «Механизмы репарации и рекомбинации»	Лекция № 29 «Механизмы репарации и рекомбинации»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 22 «Механизмы репарации и рекомбинации»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	4
9.	<b>Раздел 9 «Экспрессия генов»</b>				<b>18</b>
	Тема 30 «Транскрипция»	Лекция № 30 «Транскрипция»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*		2
		Практическое занятие № 23 «Транскрипция»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач, тестирование	3
	Тема 31 «Транс-	Лекция № 31 «Трансляция»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ляция»		15*, ПК-18*		
		Практическое занятие № 24 «Трансляция»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач, тестирование	3
	Тема 32 «Фолдинг, транспорт и модификация белков»	Лекция № 32 «Фолдинг, транспорт и модификация белков»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 25 «Фолдинг, транспорт и модификация белков»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Ответы на вопросы	2
	Тема 33 «Регуляция экспрессии генов»	Лекция № 33 «Регуляция экспрессии генов»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*		2
		Семинарское занятие № 7 «Регуляция экспрессии генов»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Коллоквиум	3
10.	<b>Раздел 10 «Методы молекулярно-генетического анализа»</b>				<b>13</b>
	Тема 34 «Методы гибридизации и ПЦР. Молекулярные маркеры. Электрофорез в агарозном геле»	Лекция № 34 «Методы гибридизации и ПЦР. Молекулярные маркеры. Электрофорез в агарозном геле»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 26 «Методы гибридизации и ПЦР. Электрофорез в агарозном геле»	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	3
	Тема 35 «Клонирование ДНК. Рекомбинантная ДНК»	Лекция № 35 «Клонирование ДНК. Рекомбинантная ДНК»	ОПК-1, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*		1
		Практическое занятие № 27 «Клонирование ДНК. Рекомбинантная ДНК»	ОПК-1, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Ответы на вопросы, решение задач	3
	Тема 36 «Методы секвенирования. Анализ экспрессии генов»	Лекция № 36 «Методы секвенирования. Анализ экспрессии генов»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*		2
		Семинарское занятие № 8 «Методы секвенирования. Анализ экспрессии генов»	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*	Коллоквиум	3

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
11.	<b>Раздел 11 «Липидный обмен и основы биоэнергетики»</b>				<b>6</b>
	Тема 37 «Общая характеристика липидов, липидный обмен»	Лекция № 37 «Общая характеристика липидов, липидный обмен»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*		1
		Семинарское занятие № 9 «Общая характеристика липидов, липидный обмен»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*	Коллоквиум	2
	Тема 38 «Основы биоэнергетики клетки»	Лекция № 38 «Основы биоэнергетики клетки»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*		1
		Семинарское занятие № 10 «Основы биоэнергетики клетки»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*	Коллоквиум	2
12.	<b>Раздел 12 «Биологически активные вещества»</b>				<b>6</b>
	Тема 39 «Антибиотики, витамины, антитела»	Лекция № 39 «Антибиотики, витамины, антитела»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		1
		Семинарское занятие № 11 «Антибиотики, витамины, антитела»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Коллоквиум	2
	Тема 40 «Гормоны и регуляторы роста»	Лекция № 40 «Гормоны и регуляторы роста»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*		1
		Семинарское занятие № 12 «Гормоны и регуляторы роста»	ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*	Коллоквиум	2

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. «Введение в основы биохимии»</b>		
1.	Тема 1. «Химические физические и основы биохимии»	Энергетическое сопряжение в биологических реакциях (ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*)
2.	Тема 2 «Генетические и эволюционные основы биохимии»	Изменения наследственной информации как основа эволюции (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
3.	Тема 3. «Роль воды в живых организмах»	Участие воды в реакциях в биологических системах (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*)
<b>Раздел 2. «Аминокислоты и пептиды»</b>		

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
4.	Тема 4 «Строение, классификация и свойства аминокислот»	Биосинтез аминокислот (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
5.	Тема 5 «Методы анализа аминокислот: титрование и хроматографическое разделение»	Масс-спектрометрия аминокислот (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
6.	Тема 6 «Пептиды: строение, роль в организме»	Образование пептидной связи. Свойства пептидной связи (ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*)
7.	Тема 7 «Качественные реакции на аминокислоты и пептиды»	Качественные реакции на пептиды (ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*)
<b>Раздел 3 «Структура и функции белков»</b>		
8.	Тема 8 «Строение и классификация белков. Первичная структура»	Классификация белков в зависимости от функции (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
9.	Тема 9 «Вторичные структуры белка: $\alpha$ -спираль, $\beta$ -складчатость, $\beta$ -изгиб. Нерегулярные вторичные структуры»	Нерегулярные вторичные структуры (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
10.	Тема 10 «Третичная и четвертичная структура белка»	Третичная структура фибриллярных белков. Альфа-кератин, коллаген, фиброин. Глобулярные белки (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
11.	Тема 11 «Денатурация и фолдинг»	Нарушения фолдинга белка (ОПК-1, ПК-11, ПК-18*)
12.	Тема 12 «Функции белков. Связывания с лигандами и энергозависимые взаимодействия»	Комплементарное взаимодействие белков с лигандами: иммунная система и иммуноглобулины. Энергозависимые взаимодействия белков: актин, миозин и молекулярные моторы (ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*)
<b>Раздел 4 «Методы анализа белков»</b>		
13.	Тема 13 «Выделение, очистка, разделение белков и количественное определение белков»	Методы фракционирования белков. Фракционирование путем денатурации, с помощью солей, органических растворителей, осаждением в изоэлектрической точке (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*)
14.	Тема 14 «Определение молекулярной массы и формы белковых молекул».	Определение третичной структуры методом рентгеновской кристаллографии (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
15.	Тема 15 «Определе-	Секвенирование по методу Эдмана

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ние аминокислотной последовательности белков: секвенирование»	(ОПК-1, ОПК-2, ПК-11, ПК-18*)
<b>Раздел 5 «Ферменты и кинетика ферментативных реакций»</b>		
16.	Тема 16 «Строение и свойства ферментов»	Одно- и многокомпонентные ферменты. Мульти- и мономеры. Изо- и мультиэнзимы. Метаболон Энергия активации ферментативной реакции (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
17.	Тема 17 «Кинетика ферментативных реакций»	Уравнения Лайнуивера-Берка, Эди-Хофсти (ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*)
18.	Тема 18 «Ингибирование»	Антиметаболиты. Ковалентная модификация ферментов. Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-18*)
19.	Тема 19 «Аллостерическое ингибирование»	Модель Кошланда. Коэффициент Хилла. Кооперативность, го-мо- и гетеротропный эффект (ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*)
20.	Тема 20 «Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции»	Двусубстратные ферментативные реакции (ОПК-1, ОПК-2, ПК-18*)
<b>Раздел 6 «Углеводы и углеводный обмен»</b>		
21.	Тема 21 «Углеводы: классификация и строение»	Обмен простых углеводов, олигосахаридов, полисахаридов. Гликоконъюгаты: протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
22.	Тема 22 «Метаболизм глюкозы и дыхание»	Пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Обмен пировиноградной кислоты. Глюкуроновый путь окисления глюкозы. Цепь переноса электронов в митохондриях (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
23.	Тема 23 «Цикл ди- и трикарбоновых кислот. Цикл лимонной кислоты: метаболиты, ферменты, значение»	Цикл лимонной кислоты: метаболиты, ферменты, значение (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
24.	Тема 24 «Фотосинтез»	Цепь переноса электронов в хлоропластах. Устройство фотосистемы I и II. Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина и Хэтча-Слэка: метаболиты, ферменты, значение, сравнение (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
<b>Раздел 7 «Строение, химические и физические свойства нуклеиновых кислот. Репликация ДНК»</b>		
25.	Тема 25 «Химический состав, строение и свойства нуклеиновых кислот»	Полиморфизм структуры ДНК (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
26.	Тема 26 «Репликация	Репликация ДНК прокариот на примере E. coli: инициация,

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ДНК прокариот»	элонгация, терминация (ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*)
27.	Тема 27 «Репликация ДНК эукариот»	Особенности репликации теломер хромосом эукариот. Теломераза. Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариот (ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*)
<b>Раздел 8 «Репарация и рекомбинация ДНК»</b>		
28.	Тема 28 «Мутации и мутагены»	Мутагены (ОПК-1, ОПК-3, ПК-15*, ПК-18*)
29.	Тема 29 «Механизмы репарации и рекомбинации»	Экцизионная репарация: темновая репарация димеров, репарация с помощью гликозилаз и AP-эндонуклеаз, мисмэтч-репарация. SOS-репарация. Пострепликативная репарация (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
<b>Раздел 9 «Экспрессия генов»</b>		
30.	Тема 30 «Транскрипция»	Процессинг: полиаденилирование, экзонирование, сплайсинг. Понятие об альтернативном сплайсинге. Распад мРНК. РНК-синтезная система вирусов. Гены, кодирующие РНК. Регуляция транскрипции (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
31.	Тема 31 «Трансляция»	Затраты энергии при трансляции. Ингибирование трансляции. Антибиотики. Регуляции трансляции (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
32.	Тема 32 «Фолдинг, транспорт и модификация белков»	Модификация белков. Сортировка и распад белков (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
33.	Тема 33 «Регуляция экспрессии генов»	Повторяющиеся последовательности в геноме и их роль. Уровни регуляции экспрессии генов. Положительная и отрицательная регуляция. Механизм регуляции lac-оперона и аттенуации trp-оперона. Энхансеры. Сайленсеры (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
<b>Раздел 10 «Методы молекулярно-генетического анализа»</b>		
34.	Тема 34 «Методы гибридизации и ПЦР. Молекулярные маркеры. Электрофорез в агарозном геле»	Детекция продуктов ПЦР: электрофорез в агарозном геле. ПЦР в реальном времени, фрагментный анализ (ОПК-1, ОПК-2, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
35.	Тема 35 «Клонирование ДНК. Рекомбинантная ДНК»	Клонирование и экспрессирующие векторы. Библиотеки кДНК (ОПК-1, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
36.	Тема 36 «Методы секвенирования. Анализ экспрессии генов»	Секвенирование по Сенгеру: метод «терминаторов». Анализ экспрессии генов (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-15*, ПК-18*)
<b>Раздел 11 «Липидный обмен и основы биоэнергетики»</b>		
37.	Тема 37 «Общая характеристика липидов, липидный обмен»	Обмен триглицеридов; бета-окисление высших жирных кислот. Синтез триглицеридов, обмен стеридов, обмен фосфатидов. Перенос липидов между мембранами (ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
38.	Тема 38 «Основы биоэнергетики клетки»	Окисление, сопряженное с фосфорилированием АДФ. Энергетический баланс распада углеводов и триглицеридов (ОПК-1, ОПК-3, ПК-18*)
<b>Раздел 12 «Биологически активные вещества»</b>		
39.	Тема 39 «Антибиотики, витамины, антитела»	Антитела. Антибиотики (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)
40.	Тема 40 «Гормоны и регуляторы роста»	Гормоны животных и гормоны и регуляторы роста растений. Вторичные мессенджеры. (ОПК-1, ОПК-3, ПК-11, ПК-18*)



## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Л	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Тема 2 «Генетические и эволюционные основы биохимии»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала
2.	Тема 3. «Роль воды в живых организмах»	ПЗ	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
3.	Тема 6 «Пептиды: строение, роль в организме»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала
4.	Тема 7 «Качественные реакции на аминокислоты и пептиды»	ПЗ	Учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
5.	Тема 10 «Третичная и четвертичная структура белка»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала
6.	Тема 12 «Функции белков. Связывания с лигандами и энергозависимые взаимодействия»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала
7.	Тема 14 «Определение молекулярной массы и формы белковых молекул»	Л	Учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
8.	Тема 15 «Определение аминокислотной последовательности белков: секвенирование»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала
9.	Тема 18 «Ингибирование»	ПЗ	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
10.	Тема 19 «Аллостерическое ингибирование»	Л	Учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
11.	Тема 22 «Метаболизм глюкозы и дыхание»	ПЗ	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
12.	Тема 24 «Фотосинтез»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала
13.	Тема 26 «Репликация ДНК прокариот»	ПЗ	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия

14.	Тема 29 «Механизмы репарации и рекомбинации»	Л	Учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
15.	Тема 32 «Фолдинг, транспорт и модификация белков»	ПЗ	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
16.	Тема 35 «Клонирование ДНК. Рекомбинантная ДНК»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала
17.	Тема 36 «Методы секвенирования. Анализ экспрессии генов»	ПЗ	Анализ конкретной ситуации, тематическая дискуссия
18.	Тема 37 «Общая характеристика липидов, липидный обмен»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала
19.	Тема 38 «Основы биоэнергетики клетки»	Л	Учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
20.	Тема 40 «Гормоны и регуляторы роста»	Л	Просмотр обучающего видеоматериала

#### **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

Оценка знаний студентов в 3 семестре проводится в форме зачета. Студент допускается к зачету при условии выполнения заданий на практических занятиях и соответствующем посещении практических занятий и лекций. При большом количестве пропусков аудиторных занятий соответствующие темы проводятся по графику консультаций и отработок, разработанному на кафедре. Зачет проводится по установленной форме по билетам. Билет включает 1 теоретический вопрос и два практических задания. Оценка «отлично» выставляется студенту при условии, если получен развернутый ответ на теоретический вопрос и правильно выполнены практические задания. Оценка «хорошо» выставляется, если студент не смог ответить на теоретический вопрос, раскрыв материал не достаточно глубоко или не полностью выполнил одно из практических заданий. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент достаточно полно ответил на один вопрос билета.

Оценка знаний студентов в 4 семестре проводится в форме дифференцированного зачета. Студент допускается к зачету при условии выполнения заданий на практических занятиях и соответствующем посещении практических занятий и лекций. Также студенту необходимо сдать словарь терминов по курсу за 3 и 4 семестр, допустив не более 2 % ошибок. В случае посещения 90-100 % практических занятий и полном выполнении соответствующих заданий, студент проходит устное собеседование по одному из вопросов курса; в случае посещения 80-90% практических занятий и невыполнения соответствующих зада-

ний - по двум вопросам, 70-80% - по трём вопросам, 60-70% - по четырём вопросам, менее 60% - по пяти вопросам из курса. Оценка за дифференцированный зачёт выставляется по итогам собеседования.

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **Семестр 3**

#### **Примерный перечень вопросов и задач к разделу 1 «Введение в основы биохимии»**

1. Химический состав живых клеток
2. Макромолекулы в клетках
3. Трёхмерная структура макромолекул. Конфигурация и конформация
4. Живые организмы как открытые системы
5. Энергетическое сопряжение в биологических реакциях
6. Хранение и передача генетической информации
7. Изменения наследственной информации как основа эволюции
8. Химическая эволюция биомолекул. Гипотеза РНК-мира.
9. Молекулярное строение веществ и эволюционные связи
10. Слабые взаимодействия в водных средах
11. Ионизация воды. Слабые кислоты и основания.
12. Роль буферных систем в поддержании рН в биологических системах
13. Участие воды в реакциях в биологических системах
14. Рассмотрим связи  $O-O$  и  $O=O$ . Является ли связь  $O=O$  сильнее или слабее? Расположены ли атомы кислорода в связи  $O=O$  ближе друг к другу или дальше, чем в связи  $O-O$ ?
15. Имеют ли два энантиомера химического вещества одинаковую плотность? Ту же температура плавления? Если химические вещества представляет собой кислоту, они имеют одинаковое значение  $pK_a$ ?
16. Какое из следующих утверждений о катализаторах является правильным?
  - (а) Катализатор может изменить константу равновесия химической реакции.
  - (б) Катализатор ускоряет скорость прямой, но не обратной реакции.
  - (в) Катализатор расходуется в ходе реакции.
  - (г) Катализатор понижает энергию активации реакции.
17. Аминокислоты соединяются пептидными связями, образование которых сопровождается потерей воды. Является ли дипептид аланин-глицин таким же, как дипептид глицин-аланин? Почему да или почему нет?
18. Колба содержит 10 мл соленой воды. Если в колбу добавить 10 мл дистиллированной воды, количество молей хлорида натрия увеличивается на 50%, уменьшается на 50% или остается неизменным?
19. Какой закон термодинамики объясняет, почему живые существа требуют энергии для поддержания своей упорядоченной структуры?

20. Энергия активации химической реакции может быть определена каким из следующих способов?
- (а) Измерение количества продукта.
  - (б) Измерения скорости.
  - (в) Расчет энергии гидролиза связи.
  - (г) Расчет значений изменения энтропии
21. Какие из следующих утверждений верны? Ответ обоснуйте.
- (а) Ядро атома содержит протоны и нейтроны
  - (б) Атомы содержат больше электронов, чем протонов
  - (в) Ядро окружено двумя мембранами
  - (г) Все атомы одного элемента имеют одинаковое число нейтронов
  - (д) От числа нейтронов в ядре атома зависит будет ли он стабильным или радиоактивным
  - (е) Важным запасом энергии в клетке могут быть жиры и полисахариды
  - (ж) Водородные связи слабы и могут рваться от теплового движения, но они существенно влияют на специфическое взаимодействие молекул
22. Лист бумаги весит 5 г и состоит из молекул целлюлозы с общей формулой  $C_nH_{2n}O_n$ , где  $n$  может быть очень большим и варьироваться от молекулы к молекуле.
- (а) Сколько атомов углерода содержит этот лист бумаги
  - (в) Предположим, что бумага состоит из атомов углерода с диаметром 0,2 нм. Сколько таких атомов понадобится чтобы перекрыть толщину страницы?
23. Сколько электронов помещается в первую вторую и третью электронные оболочки атома? Сколько электронов нужно получить или отдать атомам гелия, кислорода, углерода и натрия, чтобы заполнить энергетические уровни?
24. Кислород и сера имеют схожие химические свойства – у их атомов по 6 электронов на внешней электронной оболочке. Их соединения с водородом образуют известные соединения. Но вода – это жидкость, а сероводород – газ, хотя атомы серы крупнее и тяжелее атомов кислорода. Почему?
25. Запишите реакцию конденсации двух аминокислот с образованием пептидной связи
26. Какие из приведенных ниже утверждений верны?
- (а) Белки столь многообразны, так как каждый белок состоит из уникальной смеси аминокислот, соединенных в определенном порядке
  - (б) Липидный бислой – макромолекула, состоящая из фосфолипидных субъединиц,
  - (в) Нуклеиновые кислоты содержат сахарные группы
  - (г) Многие аминокислоты имеют гидрофобные радикалы
  - (д) Гидрофобные хвосты молекул фосфолипидов отталкиваются от воды
  - (е) ДНК содержит 4 типа азотистых оснований – А, G, U, C
27. Сколько разных молекул, состоящих из 2, 3 и 4 аминокислот могут образоваться из 20 аминокислот, присутствующих в клетках?
28. Имеется смесь, содержащая по одной молекуле каждого из возможных вариантов разных аминокислотных последовательностей не крупного белка с молекулярной массой 4800 Да. Если принять, что средняя молекулярная масса

аминокислоты – 120 Да, Сколько будет весить данный образец? Каков размер емкости для хранения данного образца?

29. Опишите сходство и различия между вандерваальсовыми силами и водородными связями. Какой из двух типов слабых взаимодействий будет иметь место между двумя атомами водорода, связанными с атомами углерода, между атомами азота и водорода, связанными с атомом углерода, между атомами азота и водорода, связанными с атомом кислорода?

30. Под действием каких сил происходит укладка макромолекулы в уникальную пространственную структуру?

31. Жирные кислоты называют амфифильными молекулами. Что это означает и как амфифильная молекула ведет себя в воде?

32. На рисунке изображены структурные химические формулы? Верны ли они? Ответ обосновать

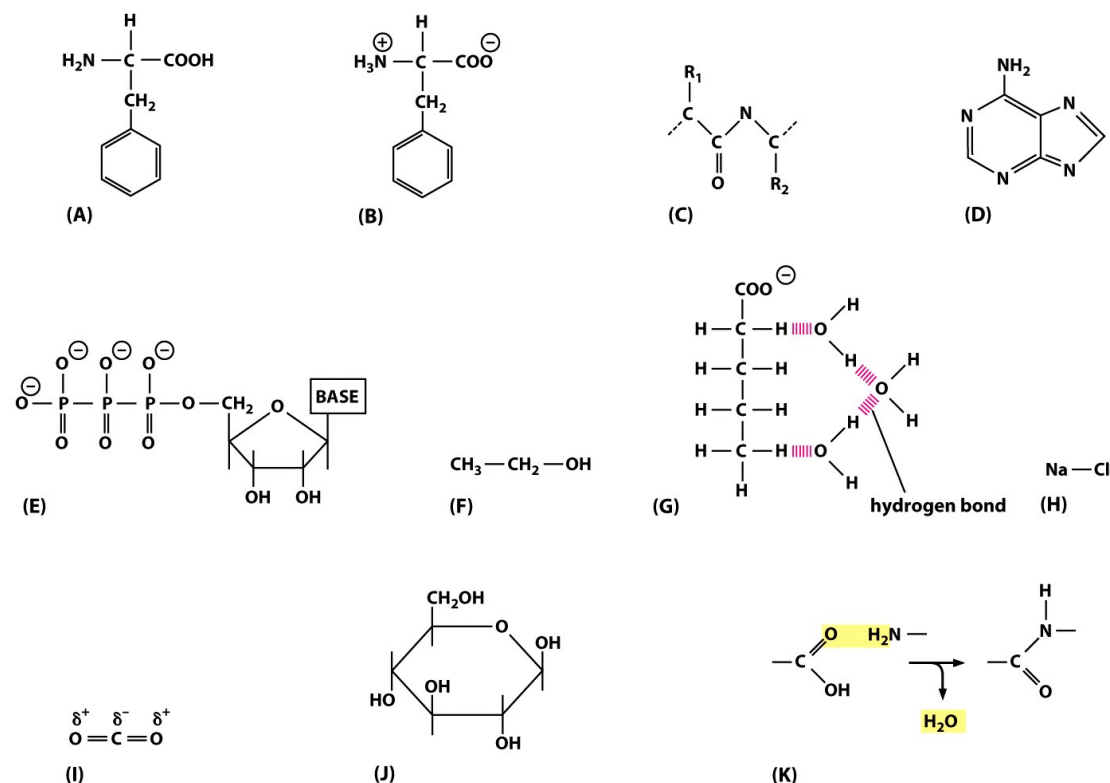


Figure Q2-22 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

33. Что подразумевается под полярностью пептидной цепочки и под полярностью химической связи? объяснить разницу в значении одного и того же термина

34. Почему в белках используются только L-формы, а не случайная смесь L- и D-?

35. Присутствуют ли в чистой воде с нейтральным рН ионы гидроксония и если да, то как они образуются? Если они там имеются, каково соотношение между ними и молекулами воды при нейтральном рН?

36. Можно ли рассматривать ионную связь как очень полярную ковалентную?

**Примерный перечень вопросов и задач к разделу 2 «Аминокислоты и пептиды»**

1. Аминокислоты: строение, классификация, свойства.
2. Биосинтез аминокислот
3. Кислотно-основные свойства аминокислот.
4. Кривые титрования аминокислот. Определение электрического заряда аминокислот.
5. Хроматографическое разделение аминокислот, Масс-спектрометрия
6. Образование пептидной связи. Свойства пептидной связи.
7. Кривые титрования пептидов. Определение изоэлектрической точки
8. Функции пептидов в организме
9. Качественные реакции на аминокислоты
10. Качественные реакции на пептиды

#### Задание 1

- (a) Назовите аминокислоту с алифатическим полярным незаряженным радикалом. Является ли она незаменимой?
- (b) Нарисуйте цвиттерион данной аминокислоты
- (c) Нарисуйте её L- и D-стереоизомеры. Какая форма встречается в природе в составе белков?
- (d) Напишите её название по ИЮПАК, если вместо радикала у неё метиловая группа

#### Задание 2

- (a) Нарисуйте кривую титрования для аланина, если  $pK'(\text{COOH})=2,35$ ,  $pK'(\text{NH}_3)=9,87$ . Рассчитайте изоэлектрическую точку.
- (b) Укажите следующие точки:
- (c) Начальная точка титрования (Н)
- (d) Ионизации карбокси- (ИК) и аминогрупп (ИА)
- (e) Изоэлектрическую точку (ИЭ)
- (f) Конечная точка титрования (К)
- (g) В обозначенных точках проставьте средний суммарный заряд аминокислоты
- (h) Укажите точки эквивалентности ИЛИ В каких точках будет максимальная (минимальная) буферная ёмкость раствора аминокислоты? ИЛИ К какому электроду (аноду или катоду) пойдёт данная аминокислота при  $pH=4$ ? Обоснуйте

#### Задание 3

- (a) Нарисуйте структурную формулу пептида ала-мет-гли-алн-про. Назовите его полностью. Обозначьте пептидные связи. Какими веществами можно избирательно (указать, где) и неизбирательно разрушить данные пептидные связи? Обозначьте аминоконцевой и карбоксиконцевой остатки.
- (b) После тотального разрушения пептидных связей полученную смесь аминокислот подвергли ионообменной хроматографии. Буферные растворы с каким значением  $pH$  и для каких аминокислот надо приготовить, чтобы поочередно элюировать получившиеся аминокислоты из колонки? В каком порядке аминокислоты будут сходить с колонки (ответ обоснуйте)

#### Задание 4

(а) Полипептид в трёх сериях экспериментов подвергли воздействию пепсина, трипсина и бромциана. Сколько образовалось фрагментов в каждом случае, если полипептид содержит 9 молекул метионина, 3 лизина, 8 фенилаланина, 12 аргинина и 2 триптофана (указанные АК не являются терминальными или соседними).

(б) Один из полученных фрагментов имеет формулу мет-арг-три-гли-тир-глу-мет. Рассчитайте его суммарный заряд при  $\text{pH}=3, 5, 11$ . Рассчитайте изоэлектрическую точку этого пептида.

#### Примерный перечень вопросов и задач к разделу 3 «Структура и функции белков»

1. Классификация белков в зависимости от функции
2. Первичная структура белка. Конфигурация пептидной связи
3. Вторичные структуры белка:  $\alpha$ -спираль,
4. Вторичные структуры белка:  $\beta$ -складчатость,  $\beta$ -изгиб.
5. Нерегулярные вторичные структуры
6. Характеристика вторичных структур белка. карта Рамачандра
7. Конфигурация и конформация. Стабилизация конформации белка. Слабые взаимодействия
8. Третичная структура фибриллярных белков. Альфа-кератин, коллаген, фиброин
9. Глобулярные белки
10. Белковые мотивы. Классификация белков на основании структурных мотивов
11. Четвертичная структура белка
12. Взаимосвязь между структурой и функцией белка. Денатурация
13. Фолдинг. Молекулярные шапероны
14. Нарушения фолдинга белка
15. Обратимое связывание белков с лигандами. Белки, связывающие кислород
16. Комплементарное взаимодействие белков с лигандами: иммунная система и иммуноглобулины
17. Энергозависимые взаимодействия белков: актин, миозин и молекулярные моторы
18. Гемоглобин быка содержит 0,336% железа, 0,48% серы и 4,42% аргинина. Рассчитайте минимальную молекулярную массу гемоглобина быка, число атомов Fe и S, а также остатков аргинина в нём. Целым считается число в пределах  $\pm 0,1$ .

#### Задание 1

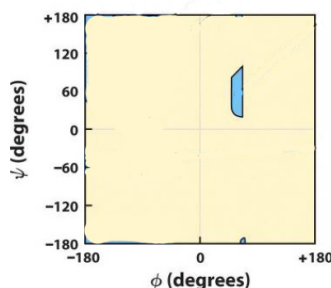
(а) Укажите характер и условия взаимодействия между радикалами остатков аминокислот внутри и между пептидными цепочками. При ответе используйте обозначения:

обозначение	взаимодействие	балл за указание	балл за условия
1	кулоновское при-	2	4

	тяжение		
2	кулоновское от- талкивание	2	4
3	гидрофобное вза- имодействие	2	0
4	дисульфидная связь	2	0
5	водородная связь	2	8

-Глу-Асп-Глу-Асп-Цис-  
-Вал-Иле-Глн-Арг-Цис-

(b) Нарисуйте на карте Рамачандрана область, соответствующую данному участку пептида, если было установлено, что он представляет собой левозакрученную альфа-спираль ИЛИ Какую вторичную структуру формирует пептид, если в результате определения  $\phi$  и  $\psi$  углов была получена следующая картина распределения на карте Рамачандрана?



#### Примерный перечень вопросов и задач к разделу 4 «Методы анализа белков»

1. Свойства белков: лабильность, цвиттер-ионная природа, изоэлектрическая точка, растворимость, денатурация, ренатурация
2. Выделение и очистка белков. Мониторинг очистки белков. Предварительная очистка. Активность и удельная активность.
3. Методы фракционирования белков. Фракционирование путем денатурации, с помощью солей, органических растворителей, осаждением в изоэлектрической точке.
4. Хроматографические методы, применяемые при разделении белков: ионнообменная хроматография, афинная хроматография, гель-фильтрация
5. Электрофорез белков и изоэлектрическое фокусирование.
6. Количественное определение белков. Поглощение в УФ-диапазоне. Метод Лоури, метод Бредфорд, метод Кьельдаля, метод с бидинхониновой кислотой
7. Масс-спектрометрия
8. Определение третичной структуры методом рентгеновской кристаллографии
9. Построение трехмерных моделей структуры белка. Метод ЯМР
10. Протеомика и функциональный анализ белков



11. Расщепление белков на более короткие пептиды
12. Секвенирование по методу Эдмана
13. Обнаружение дисульфидных связей и построение профиля гидрофобности

#### Задание 1

Найдите общее и различное между методами диализа и электродиализа по следующей схеме

Метод		Диализ	Электродиализ
Цель (4 б)	Общее		
	Различное		
Используемое оборудование (5 б)	Общее		
	Различное		
Принцип метода (6 б)	Общее		
	Различное		

#### Примерный перечень вопросов и задач к разделу 5 «Ферменты и кинетика ферментативных реакций»

1. Строение, номенклатура и классификация ферментов.
2. Свойства ферментов. Отличие белков от химических катализаторов. Специфичность ферментов.
3. Каталитический центр и аллостерический участок.
4. Одно- и многокомпонентные ферменты.
5. Мульти- и мономеры. Изо- и мультиэнзимы. Метаболон
6. Энергия активации ферментативной реакции
7. Кинетика ферментативных реакций.
8. Уравнение Михаэлис-Ментен
9. Уравнения Лайнуивер-Берка, Эди-Хофсти.
10. Константа Михаэлиса
11. Обратимое и необратимое ингибирование:
12. Конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное ингибирование.
13. Антиметаболиты.
14. Ковалентная модификация ферментов.
15. Энзимоген. Двусубстратные ферментативные реакции.
16. Модель Моно-Уаймана-Шанжэ,
17. Модель Кошланда. Коэффициент Хилла.
18. Кооперативность, гомо- и гетеротропный эффект
19. Энзимоген
20. Двусубстратные ферментативные реакции

#### Задание 1

(а) По представленным данным определите графически методом Михаэлис-Ментен (ИЛИ Лайнуивер-Берка) значения  $V_{max}$  и  $K_m$  для анализируемого фермента

S, мМ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V, мг/мин	0,14	0,23	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41	0,43	0,45	0,46

(b) Рассчитайте в формульном и числовом виде, чему будет равна скорость реакции при концентрации субстрата, равной  $0,55K_m$ ?

#### Задание 2

(а) При оптимальных условиях 10 мкг фермента (40 кДа) за 1 мин превращает 0,30 г углекислого газа за 1 мин. Рассчитайте число оборотов ( $\Delta$ ) и активность фермента в МЕ

(b) В результате секретных военных разработок был получен штамм бактерии, у которого сродство фермента к перекиси водорода возрастало при увеличении её концентрации, а кривая, построенная в системе координат  $Y/S$ , носила сигмоидный характер. Какая модель позволяет описать кинетику данного фермента? Схематично изобразите данную модель.

#### Примерный перечень вопросов и задач к разделу 6 «Углеводы и углеводный обмен»

1. Моно- и олигосахариды
2. Полисахариды
3. Гидролиз, фосфолиз. Превращение моносахаридов.
4. Обмен простых углеводов, олигосахаридов, полисахаридов
5. Гликоконъюгаты: протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды
6. Углеводы как информационные молекулы
7. Дыхание. Обмен глюкозо-6-фосфата.
8. Дихотомический путь распада
9. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы.
10. Обмен пировиноградной кислоты.
11. Глюкуроновый путь окисления глюкозы
12. Цепь переноса электронов в митохондриях
13. Цикл ди- и трикарбоновых кислот
14. Цикл лимонной кислоты: метаболиты, ферменты, значение
15. Световая фаза фотосинтеза.
16. Цепь переноса электронов в хлоропластах.
17. Устройство фотосистемы I и II.
18. Темновая фаза фотосинтеза.
19. Цикл Кальвина и Хэтча-Слэка: метаболиты, ферменты, значение, сравнение.

#### Семестр 4

#### Примерный перечень вопросов и задач к разделу 7 «Строение, химические и физические свойства нуклеиновых кислот. Репликация ДНК»

1. Химический состав и строение нуклеиновых кислот
2. Полиморфизм структуры ДНК.
3. Свойства ДНК: денатурация и ренатурация; гибридизация и отжиг; гипо- и гиперхромный эффект; оптическая плотность
4. Доказательства полуконсервативного механизмы репликации.
5. Типы репликации.
6. Ферменты репликации, реплисома
7. Репликация ДНК прокариот на примере *E. coli*: инициация, элонгация, терминация
8. ДНК-полимеразы эукариот: многообразие и классификация
9. Особенности репликации у эукариот на примере *Saccharomyces cerevisiae*
10. Особенности репликации теломер хромосом эукариот. Теломераза.
11. Генетическая и ферментативная регуляция клеточного цикла эукариот

### Задание 1

(а) Сделайте вывод о строении следующих нуклеиновых кислот: двухцепочечная или одноцепочечная. Укажите тип нуклеиновых кислот

Молекула	A,%	G,%	C,%	T,%	U,%
A	33	17	33	17	0
B	33	33	17	17	0
C	21	40	21	80	0
D	41	9	0	9	41

(b) Каков будет состав второй цепочки ДНК, если первая содержит 18% гуанина, 30% аденина, 20% тимина? ИЛИ Пять молекул ДНК имеют следующие температуры плавления: 73°C, 69°C, 84°C, 78°C, 82°C. Расставьте эти молекулы по мере увеличения содержания пар G-C

(c) Дана двойная молекула ДНК с относительной молекулярной массой 75 тыс., из них 10350 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Относительная молекулярная масса одного нуклеотида в среднем 345. Сколько содержится нуклеотидов по отдельности в данной ДНК? Какова длина ее молекулы?

### Задание 2

(а) Нарисуйте схематично процесс инициации репликации у *E. coli* в формате комикса

(а) Составьте таблицу, где перечислены основные участники инициации репликации у прокариот и их роль

Участник инициации репликации	Роль

### Задание 3

(a) Какая последовательность будет синтезироваться при использовании ДНК-полимеразы? Укажите стрелкой, в каком направлении будет идти синтез:

5' AGGTCTTCGATCGA 3'

(b) Пусть синтез ДНК остановился на 4-м нуклеотиде. Изобразите фрагмент двойной цепи ДНК данной последовательности длиной 4 пн, покажите водородные связи

(d) Какую активность ДНК полимеразы I надо использовать, чтобы удалить одноцепочечный фрагмент и оставить только фрагмент двойной ДНК длиной 4 пн?

### Задание 4

Заполните таблицу:

Топоизомераза I	Эукариот	Прокариот
Общие черты		
Отличительные черты		

### Тестовые задания

- Почему для репликации ДНК необходимы РНК праймеры?
  - РНК праймеры необходимы для активности ДНК лигазы;
  - РНК праймеры создают 5' и 3' концы нити;
  - ДНК полимеразы могут добавлять нуклеотиды только к молекулам РНК;
  - ДНК полимеразы могут добавлять нуклеотиды только к уже существующей нити.
- Предположим, что в клетке произошла мутация, в ходе которой в процессе репликации ДНК были созданы нормальные фрагменты Оказаки, но не произошло их связывание в непрерывную цепь. Ген, кодирующий какой из ферментов, был изменен данной мутацией?
  - ДНК-полимераза;
  - РНК праймаза;
  - ДНК-хеликаза;
  - ssDNA binding protein
  - ДНК-лигаза;
- Геном типичной бактерии содержит  $5 \cdot 10^3$  пар оснований и реплицируется около 30 минут. Геном человека содержит  $3 \cdot 10^9$  пар оснований. Если он будет реплицироваться со скоростью бактериального генома, это зай-

мет 300 часов (12 дней). Но весь человеческий геном полностью реплицируется за несколько часов. Почему это возможно?

- (a) Эукариотическая ДНК реплицируется проще, чем прокариотическая
- (b) ДНК-полимераза человека работает быстрее, чем ДНК полимераза прокариот
- (c) Нуклеосомы эукариот обеспечивают более быструю репликацию ДНК
- (d) ДНК человека содержит больше ориджинов репликации, чем ДНК прокариот.

4. Репликация ДНК называется полуконсервативной, потому что:

- (a) В процесс вовлечены как синтез ДНК, так и синтез РНК;
- (b) Часть теломер теряется в ходе каждого цикла репликации;
- (c) Новая двойная спираль ДНК содержит одну старую и одну новую нить;
- (d) Каждая новая цепь комплементарна, а не идентична матричной цепи;

5. Что происходит после того, как ДНК-полимераза, синтезирующая новую цепь ДНК, встречается с РНК-праймером предыдущего фрагмента Окадаки?

- (a) Происходит репликация другой цепи в направлении от 3' к 5' концу;
- (b) ДНК-полимераза меняет направление и выполняет проверку ошибок;
- (c) ДНК лигаза соединяет 2 фрагмента вместе;
- (d) РНК праймер удаляется и заменяется на ДНК;

6. Представьте себе форму жизни, в которой ориентация нитей в двойной спирали ДНК была бы параллельной, а не антипараллельной. Эта форма жизни обладает ДНК-полимеразой с характерными свойствами ДНК-полимеразы нормальных эукариотических организмов. Исходя из этого ожидается, что:

- (a) Репликация ДНК ,будет намного медленнее, чем у обычных эукариот;
- (b) Репликация ДНК происходила бы в направлении от 3 'до 5' на одной нити и в направлении от 5 'до 3', на другой;
- (c) Репликация ДНК происходила бы только на одном конце репликационного глазка;
- (d) ДНК-полимераза не сможет выполнить проверку ошибок;

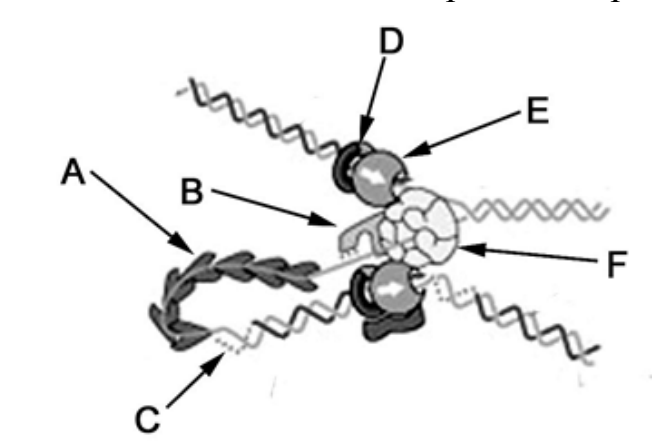
7. Лучшее объяснение того, почему синтез ДНК является прерывистым:

- (a) ДНК-полимераза может двигаться только вдоль нити ДНК в одной ориентации;

- (b) Это позволяет эффективно проверять ошибки вновь синтезированной ДНК;
- (c) ДНК-полимераза должна периодически останавливаться, чтобы накопить больше нуклеотидов;
- (d) Нуклеосомы нарушают процесс синтеза ДНК;
8. Эксперименты Мезельсона и Сталя продемонстрировали полуконсервативный механизм репликации ДНК, показав, что, когда ДНК, содержащая N15, реплицируется в присутствии N14:
- (a) Новая нить реплицированной молекулы ДНК содержит одинаковое количество N14 и N15;
- (b) После одного цикла репликации, одна нить содержит молекулу ДНК с N14, а другая – с N15;
- (c) После нескольких циклов репликации вся ДНК была преобразована из формы “НН” в форму “ЛН”;
- (d) После множества циклов репликации половина молекул ДНК имеют “НН”-плотность, а другая – «LL”-плотность;
9. Отметить верные и неверные утверждения
1. ssDNA binding protein присоединяется после того, как ДНК-геликаза разделяет двойную спираль;
  2. Формирование ведущей цепи не требует праймеров;
  3. ДНК-лигаза - это фермент, который соединяет фрагменты Окадзаки;
  4. Репликация ДНК всегда начинается с синтеза РНК-праймера;
  5. РНК-праймеры удаляются и заменяются на ДНК до того, как ДНК-лигаза соединяет вновь синтезированные участки ДНК;
10. Заполнить пропуски:
- A. Фермент, ответственный за синтез ДНК при репликации называется \_\_\_\_\_.
- B. Активный участок молекулы ДНК, участвующий в репликации, представляет собой Y-образную структуру и называется \_\_\_\_\_.
- C. Фермент, который сшивает ДНК разрывы во время синтеза или репарации называется \_\_\_\_\_.
- D. Та дочерняя цепь ДНК, которая синтезируется непрерывно называется \_\_\_\_\_, а та цепь, которая синтезируется с перерывами называется \_\_\_\_\_.
- E. Для ДНК-полимеразы в отличие от РНК полимеразы совершенно необходим свободный 3'-ОН-конец \_\_\_\_\_, спаренной с расплетенной ДНК, чтобы присоединять к нему новые нуклеотиды
- F. Если ДНК полимеразы ошибочно присоединит неправильный нуклеотид к 3'-концу, ее отдельный Каталитический домен, обладающий (3'→5') \_\_\_\_\_ активностью, удалит неподходящее основание.
- G. Для инициации синтеза ДНК на отстающей цепи нужны короткие праймеры, возникающие благодаря работе фермента \_\_\_\_\_, который в качестве субстрата использует рибонуклеозидтрифосфаты.

Н. Расплетение двойной спирали ДНК в зоне репликативной вилки катализируется \_\_\_\_\_, использующей для направленного движения по ДНК энергию гидролиза АТФ.

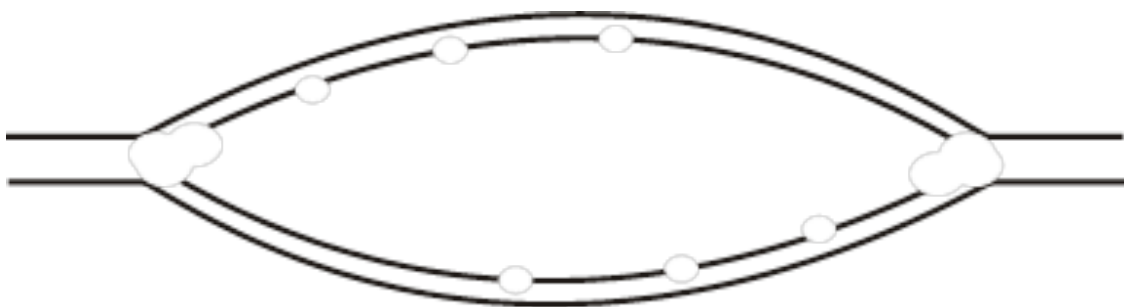
11. Назовите различные белки и компоненты комплекса репликации ДНК, показанные на этой диаграмме. Определите функцию каждого из них.



12. Обозначьте порядок функционирования перечисленных ферментов в ходе репликации ДНК

- \_\_\_\_\_ РНК-праймаза;
- \_\_\_\_\_ ДНК-лигаза;
- \_\_\_\_\_ ДНК-полимераза;
- \_\_\_\_\_ ДНК-хеликаза;
- \_\_\_\_\_ Иницирующие белки;
- \_\_\_\_\_ РНК-рибонуклеаза;

13. На данном изображении:



- A. Обозначьте стрелками концы вновь синтезированных нитей ДНК, чтобы указать направление синтеза ДНК.
- B. Обозначьте место нахождения ориджина репликации.
- C. На исходных цепях обозначьте 3' и 5' концы
- D. Пронумеруйте фрагменты Окадаки для отстающей цепи в порядке их синтеза, начиная с 1.
- E. Обозначьте лидирующую цепь

## Примерный перечень вопросов и задач к разделу 8 «Репарация и рекомбинация ДНК»

1. Мутации: понятие, классификация, роль в жизни клетки, организма и вида.
2. Мутагены.
3. Горячие точки и частота мутаций
4. Репарация: роль в жизни клетки, классификация.
5. Прямое восстановление: фотореактивация, пруффридинг, репарация алкилирующих повреждений, восстановление фосфодиэфирных связей
6. Эксцизионная репарация: темновая репарация димеров, репарация с помощью гликозилаз и AP-эндонуклеаз, мисмэтч-репарация. SOS-репарация
7. Пострепликативная репарация.
8. Рекомбинация ДНК. Структура Холлидея
9. Аналог основания 2-амино-пурина (2-AP) заменяет аденин во время репликации ДНК, и он может образовывать пару оснований с цитозином. Аналог основания 5-бромурацил (5-BU) заменяет тимидин, и он может образовывать пару оснований с гуанином. как будет выглядеть двухцепочечная тринуклеотидная A-G-T последовательности, показанная здесь, после трех раундов репликации? Предполагается, что в первом раунде оба аналога присутствуют и включаются везде, где это возможно. Перед вторым и третьим циклом репликации любые невключенные аналоги оснований удаляются. Какими будут конечные последовательности?
10. Редкая доминантная мутация, экспрессируемая при рождении, была изучена на людях. Записи показали, что шесть случаев были обнаружены среди 40 000 живорождений. Семейные истории показали, что в двух случаях мутация уже присутствовала у одного из родителей. Рассчитайте частоту спонтанных мутаций для этой мутации. Какие основные предположения могут повлиять на наши выводы?
11. Рассмотрим следующие оценки:
  - (а) На этой планете живет  $5,5 \cdot 10^9$  человек.
  - (б) Каждый человек имеет около 30000 ( $0,3 \cdot 10^5$ ) генов.
  - (с) Средняя частота мутаций в каждом локусе составляет  $10^{-5}$ .

Сколько спонтанных мутаций в настоящее время присутствует в человеческой популяции? Предполагая, что эти мутации равномерно распределены по всем генам, сколько новых мутаций возникло в каждом гене в человеческой популяции?

### Задание 1

Заполните таблицу. Укажите соответствие между ферментом и процессом (репарация, репликация, рекомбинация, рестрикция) Укажите роль фермента и его принадлежность про- или эукариотам

Фермент	Процесс	Принадлежность	Роль
recA			
$\beta$ -полимераза эукариот			
Об-метилтрансфераза			



UvrD			
Pol $\delta$ дрожжей			

### Задание 2

Заполните таблицу. Опишите белок-белковые и ДНК-белковые взаимодействия, которые происходят в процессе репарации двуцепочечных разрывов у путём гомологичной рекомбинации.

Взаимодействие	Участники	Роль

### Задание 3

Нарисуйте формулу 7-метилгуанина. Какие мутагены могут привести к возникновению данной мутации? Как повлияет на генетический код такая модификация? Обоснуйте, к какому типу относится данная мутация: транзиция или трансверсия.

### Задание 4

. Молекулу ДНК длиной 5000 пар нуклеотидов (п. н.). обрабатывают отдельно рестриктазами А и В. Фрагменты разделяют электрофорезом. Фермент А разрезал ДНК на 4 фрагмента размером 2100, 1400, 1000 и 500 п. н. Обработка рестриктазой В дала 3 фрагмента: 2500, 1300 и 1200 п. н. Для определения расположения сайтов рестрикции этих ферментов на следующем этапе применяют процедуру двойного расщепления – обрабатывают ДНК двумя эндонуклеазами. Обработка изучаемого фрагмента одновременно двумя рестриктазами дала 6 фрагментов: 1900, 1000, 800, 600, 500, 200 п. н.

Обработка каждого из 4-х А-фрагментов рестриктазой В

- 2100 - 1900 и 200,
- 1400 - 800 и 600,
- 1000 - 1000 (изменений нет)
- 500 - 500 (изменений нет)

Обработка каждого из 3-х В-фрагментов рестриктазой А

- 2500 - 1900 и 600
- 1300 - 800 и 500
- 1200 - 1000 и 200

Постройте рестрикционную карту.

### **Примерный перечень вопросов и задач к разделу 9 «Экспрессия генов»**

1. Особенности химического состава и строения РНК.
2. Матричная РНК, транспортная РНК, рибосомальная РНК. Роль модифицированных нуклеотидов в РНК. Образование неканонических пар нуклеотидов у РНК.
3. РНК-полимеразы прокариот: роль в клетке, классификация, строение, функции отдельных субъединиц.
4. Инициация, элонгация и терминация транскрипции у про- и эукариот.

5. Процессинг: полиаденилирование, кэпирование, сплайсинг. Понятие об альтернативном сплайсинге.
6. Распад мРНК.
7. РНК-синтетазная система вирусов.
8. Гены, кодирующие РНК. Регуляция транскрипции
9. Строение рибосом у про- и эукариот.
10. Трансляция. Роль в жизни клетки.
11. Этапы трансляции: образование аминоацил-тРНК, инициация, элонгация и терминация трансляции у про- и эукариот.
12. Затраты энергии при трансляции. Ингибирование трансляции. Антибиотики.
13. Регуляции трансляции
14. Фолдинг. Роль фолдаз, шаперонов, лигандов.
15. Пути и механизмы транспорта белков в клетке после их синтеза на рибосомах.
16. Модификация белков.
17. Сортировка и распад белков
18. Структура генома: классификация кодирующих и некодирующих последовательностей.
19. Повторяющиеся последовательности в геноме и их роль.
20. Уровни регуляции экспрессии генов. Положительная и отрицательная регуляция. Механизм регуляции *lac*-оперона и аттенуации *trp*-оперона. Энхансеры. Сайленсеры.
21. РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК

### **Тестовые задания**

Выбор вариантов ответа

1. В ходе процесса трансляции:
  - (a) Пептид переходит от тРНК в Р-сайте к т-РНК в А-сайте
  - (b) Приходящие тРНК должны сначала связываться в Е-сайте
  - (c) Началом считается связывание малой субъединицы рибосомы с поли-А-хвостом мРНК
  - (d) мРНК транслируется одной рибосомой за раз
2. Наличие поли-А-хвоста на молекуле мРНК демонстрирует, что
  - (a) Присутствуют экзоны, которые необходимо удалить
  - (b) Данная молекула не содержит интронов
  - (c) Транскрипт должен быть немедленно разрушен
  - (d) Это молекула рРНК
  - (e) Ни один из приведенных выше ответов не является правильным
3. «Протеосома» представляет собой крупную структуру в цитоплазме, которая:
  - (a) Транслирует тРНК в белок
  - (b) Является суперзакрученной ДНК
  - (c) Участвует в процессинге РНК
  - (d) Участвует в ферментативном разрушении белков

4. В ходе удаления интронов единый комплекс мяРНК катализирует, как разрезание, так и соединение концов. Что было бы, если бы эти два процесса катализировались отдельными ферментами не связанными в один комплекс?
- Процессинг осуществлялся бы быстрее
  - Клетка не смогла бы определить правильный сайт разрезания
  - Экзоны не соединялись бы в правильной последовательности
  - Из мРНК были бы удалены экзоны вместо интронов
5. Ядрышко, расположенное в ядре – это сайт, где происходит:
- Процессинг РНК
  - Происходит транскрипция рРНК и сбор субъединиц рибосом
  - к тРНК присоединяются аминокислоты
  - мРНК транслируется в белок
6. В ходе процессинга РНК:
- Все экзоны удаляются и отбрасываются
  - Молекулы РНК строятся на основе матрицы ДНК
  - Интроны вырезаются из РНК, а экзоны сшиваются вместе
  - Молекула РНК транслируется в молекулу белка
7. Как клетка «маркирует» положение интронов в РНК, не прошедшей процессинг?
- Существуют специальные типы мяРНК для каждого из типов интронов
  - В РНК присутствуют кодоны «вырезать» и «вставить»
  - В этом нет необходимости, так как границы между экзонами и интронами часто чередуются
  - Существуют специальные границы, расположенные рядом с участками сплайсинга, которые распознаются рибозимами
8. Альтернативный сплайсинг относится к:
- Использование экзонов в качестве интронов и наоборот в ходе процессинга РНК
  - Сплайсинг поврежденных фрагментов ДНК репарационными ферментами ДНК
  - Соединение РНК из двух разных генов с образованием новой мРНК
  - Использование альтернативных рамок считывания при трансляции мРНК
9. Во время транскрипции от РНК к ДНК
- РНК-полимераза движется вдоль ДНК в направлении 5' к 3'.
  - Сначала создается 3'-конец молекулы РНК.
  - РНК-полимераза должна сначала связываться с промоторной последовательностью.
  - транскрипция всегда начинается с «стартового кодона».
10. При элонгации в ходе транскрипции после поступления каждой новой тРНК:
- Аминокислота «передается» от тРНК в А-сайте к тРНК в Р-сайте.
  - вновь прибывающие тРНК должны сначала связываться с Е-сайтом.
  - Пептид переходит от тРНК в Р-сайте к т-РНК в А-сайте
  - Новая тРНК должна сначала связываться с Р-сайтом рибосомы.

11. Во время транскрипции определенного гена РНК-полимераза будет транскрибировать:
- Обе цепи ДНК, но в итоге будет получаться одна молекула РНК
  - Только одну из цепей ДНК, двигаясь в направлении от 3' к 5' вдоль матрицы
  - Обе цепи, но перемещаясь от 3' к 5' для одной и от 5' к 3' для другой
  - Только экзоны гена, пропуская интроны
12. Поскольку две цепи молекулы ДНК являются комплементарными, для любого данного гена:
- РНК-полимераза может связываться с любой цепью.
  - Только одна цепь фактически несет генетический код для определенного гена.
  - Каждый ген обладает точной копией, которая может быть использована в случае мутации.
  - Ген, транскрибированный в направлении от 5' к 3' одной цепи, может быть транскрибирован в направлении от 3' до 5' другой цепи.
13. В генетическом коде присутствует:
- Больше тРНК, чем кодоны.
  - Больше нуклеотидов, чем кодонов.
  - Больше кодонов, чем аминокислот.
  - Такое же количество кодонов и аминокислот
14. Инициация транскрипции происходит, когда:
- Большая и малая субъединицы связываются вместе, затем присоединяется мРНК
  - Малая рибосомальная единица, содержащая инициаторную тРНК, связывается с 5' концом мРНК
  - Рибосома связывается со стартовым кодоном и инициаторная тРНК входит в рибосому
  - Инициаторная тРНК связывается со стартовым кодоном с последующим связыванием с большой субъединицей рибосомы
15. ТАТА бокс – это:
- Последовательность, завершающая трансляцию
  - Последовательность оснований в промоторах эукариот и архей
  - Последовательность, упрощающая сборку комплекса транскрипции РНК-полимеразой II
  - Пример одного из стоп-кодонов транскрипции
16. Согласно теории РНК мира:
- Молекулы РНК были первыми органическими молекулами, сформировавшимися на земле;
  - Жизнь эволюционировала на другой планете, называемой “РНК мир”
  - Все молекулы РНК в клетке являются «рибозимами»
  - Примитивные молекулы РНК эволюционировали прежде белков и ДНК
17. Вероятно, ДНК содержит тимин вместо урацила, потому что:
- Тимин химически гораздо более стабилен, чем урацил.

- (b) Когда урацил химически дезаминирован, образуется тимин.
- (c) Тимин был одним из первых четырех нуклеотидов в примитивных молекулах РНК.
- (d) Если дезаминирован цитозин, измененное основание может быть обнаружено и удалено.

Отметить верные и неверные утверждения

1. Каждая из трех возможных рамок считывания мРНК может давать различные, но функциональные белки.
2. Транскрипция прекращается, когда РНК-полимераза встречает поли-U-последовательность.
3. Трансляция заканчивается тогда, когда фактор освобождения белка связывается со стоп-кодоном
4. Инициация транскрипции у прокариот связана со связыванием сигма-фактора с промотором
5. Только рРНК являются полиаденилированными.
6. Поскольку гены могут быть закодированы на обеих нитях двойной спирали ДНК, кодирующие области разных генов могут перекрываться.
7. Промотор расположен ниже по потоку от кодирующей области гена.
8. Для прокариот не характерен процессинг
9. Общие факторы транскрипции - это белки, которые регулируют активность эукариотической РНК-полимеразы.
10. Рибозимы являются примитивными формами молекул РНК, которые больше не существуют в клетках.

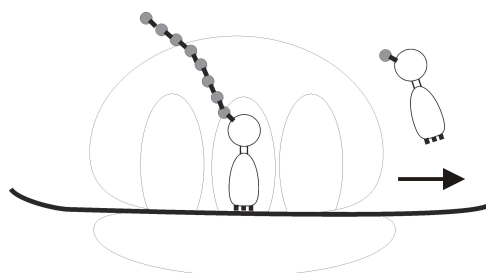
Заполнить пропуски

1. В рибосоме формирование пептидных связей новой полипептидной цепочки происходит в \_\_\_\_\_ субъединице, тогда как сопоставление кодонов мРНК происходит на поверхности \_\_\_\_\_ субъединицы. При трансляции в ходе удлинения полипептидной цепочки, каждая входящая аминоацил-тРНК связывается с \_\_\_\_\_-сайтом рибосомы, а растущая пептидная цепь удерживается на тРНК в \_\_\_\_\_-сайте.
2. О конце трансляции сигнализирует \_\_\_\_\_-кодон, который связывает белок под названием \_\_\_\_\_.
3. В бактериальных клетках белок, называемый \_\_\_\_\_ ассоциированный с РНК-полимеразой в основном ответственен за связывание с промотором.
4. Разместите следующие события в правильной последовательности:  
 \_\_\_\_\_ Трансляция  
 \_\_\_\_\_ Транскрипция  
 \_\_\_\_\_ Полиаденилирование  
 \_\_\_\_\_ Присоединение кэпа  
 \_\_\_\_\_ Процессинг РНК  
 \_\_\_\_\_ Экспорт из ядра
5. Кодон метионина - \_\_\_\_\_, антикодон метионина - \_\_\_\_\_ и ДНК код - \_\_\_\_\_.

6. Основываясь на результатах секвенирования ДНК для проекта генома человека, количество промоторов предполагает, что в человеческом геноме насчитывается около 25 000 генов. Однако количество различных типов белков может быть намного больше. Почему?

7. Интроны - это «мусорная» ДНК, которая загромождает геном вида. Укажите по крайней мере две причины, почему это утверждение неверно?

8. На рисунке обозначьте три сайта связывания тРНК, кодон и антикодон, белок и мРНК. Перечислите последовательность событий, которые произойдут, когда входящая тРНК будет находиться в сайте связывания.



9. На рисунке изображена схема молекулы мРНК, на которой обозначены различные участки.



1. Что не так с этой схемой? Внесите корректировки

2. На правильной схеме обозначьте участок (участки), который (которые) является (являются):

кодирующими

некодирующими

3'-конец

5'-конец

старт-кодон

стоп-кодон

сайт связывания с рибосомой

3. Данная схема отражает строение прокариотической или эукариотической мРНК? Объясните почему

### Задание 1

Укажите связь между химическим составом, структурой и функцией тРНК

Хим состав	Структура	Функция

### Задание 2

Укажите белок-белковое и НК-НК и НК-белковое взаимодействия, которые наблюдаются в процессе инициации транскрипции у прокариот

Тип взаимодействия (белок-белок, НК-НК или НК-белок)	Участники	Роль

### Задание 3

Укажите события, которые происходят в судьбе мРНК эукариот по пути от закодированной последовательности в ДНК до созревания включительно

Клеточная структура	Участники	События

### Задание 4

У бактерии кодирующая цепь ДНК несёт последовательность 5' AGC GCA CAG ACA GAT AAA AAT TAC AGA GTA CAC AAC TAA 3'. Какая будет последовательность у антисмысловой цепочки ДНК? У синтезируемой с этого участка мРНК? Какие антикодоны будут у аминоксил-тРНК с учётом эффекта качения (wobble-pairing)? Какие могут быть экзогенные причины ингибирования трансляции с этого участка?

### Примерный перечень вопросов и задач к разделу 10 «Методы молекулярно-генетического анализа»

1. Саузерн- и Нозерн-блоттинг.
2. Полимеразная цепная реакция.
3. Молекулярные маркеры: SSR, SNP, RFLP, AFLP, RAPD, SCAR, STS.
4. Детекция продуктов ПЦР: электрофорез в агарозном геле
5. ПЦР в реальном времени, фрагментный анализ
6. Клонирование ДНК.
7. Рекомбинантная ДНК.
8. Клонирование и экспрессирующие векторы.
9. Библиотеки кДНК
10. Секвенирование по Сенгеру: метод «терминаторов»
11. Пиросеквенирование
12. Технология секвенирования на молекулярных кластерах с использованием флуоресцентно меченых нуклеотидов
13. Технология циклического лигазного секвенирования
14. Ионное полупроводниковое секвенирование
15. Одномолекулярное секвенирование. Нанопоровое секвенирование
16. Анализ экспрессии генов

### Задание 1

В ходе экспериментов было выделено небольшое количество редкого белка. Белок был расщеплен на фрагменты при помощи протеаз., некоторые фрагменты были разделены хроматографическими методами и была определена аминокислотная последовательность данных фрагментов. К сожалению, удалось определить только 3 коротких фрагмента аминокислотной последовательности:

**ТРИПТОФАН-МЕТИОНИН-ГИСТИДИН-ГИСТИДИН-ЛИЗИН  
 ЛЕЙЦИН-СЕРИН-АРГИНИН-ЛЕЙЦИН-АРГИНИН  
 ТИРОЗИН-ФЕНИЛАЛАНИН-ГЛУТАМИН-МЕТИОНИН-ГЛИЦИН**

С помощью таблицы генетического кода составьте наборы ДНК зондов для каждого из пептидов, которые можно использовать для выявления этого гена в библиотеке кДНК путем гибридизации. Какой из наборов зондов имеет смысл использовать в первую очередь? Ответ пояснить.

Было установлено, что глицин на конце белка 3 с-концевой, т. е. находится на конце белка. Как, учитывая это, можно составить олигонуклеотидный праймер для амплификации участка гена из библиотеки кДНК при помощи ПЦР?

Предположим, что с помощью ПЦР был получен фрагмент ДНК длиной 300 нуклеотидов. При определении последовательности нуклеотидов внутри был обнаружен фрагмент СТАТСАСГСТТТАСС. Какой из этого можно сделать вывод?

**Задание 2**

При обработке плазмиды размером 20 кб рестриктазами в смеси и по отдельности образовались следующие фрагменты:

EcoRI – 6 кб и 14 кб

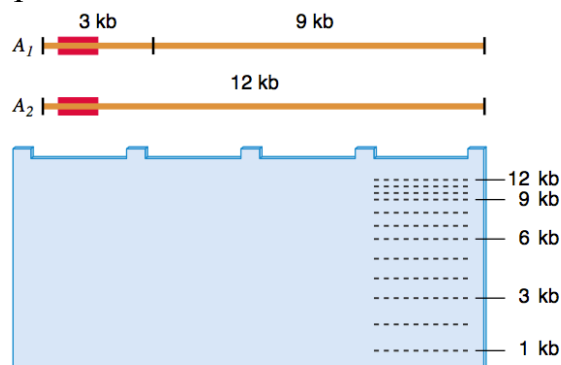
HindIII – 7 кб и 13 кб

обе – 2 кб, 4 кб, 5 кб, 9 кб

Как много рестриктационных карт можно построить в соответствии с этими данными? Построить рестриктационные карты для каждого из возможных вариантов.

**Задание 3**

На представленной схеме отмечены позиции рестрикционных сайтов для соответствующего фермента рестрикции, которые могут присутствовать в соответствующем локусе человеческой хромосомы. ДНК, присутствующая в конкретной хромосоме, соответствует вариантам, изображенным на рисунке внизу и вверху. ДНК-зонд связывается в положении, обозначенном прямоугольником. В соответствии с RFLP анализам по этим фрагментам, возможно 3 генотипа. Что это за генотипы? Используйте символ A1 для обозначения фрагмента вверху и A2 для обозначения фрагмента внизу. Каким будет взаимное расположение полос на электрофорограмме для каждого из 3-х генотипов?



**Задание 4**



Какова последовательность ДНК, которую использовали для секвенирования? На рисунке на 4-х дорожках показаны продукты секвенирования, полученные при использовании дидеоксинуклеозидтрифосфатов (ddNTP) ddGTP – дорожка 1; ddATP – 2; ddTTP – 3; ddCTP – 4. Числа справа показывают положение маркеров длины

Данный образец ДНК был получен из середины кДНК белка одного из видов млекопитающих. Можно ли определить аминокислотную последовательность этой части белка при помощи таблицы генетического кода?

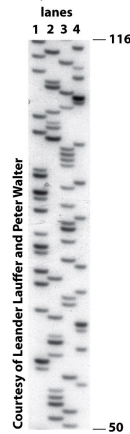


Figure Q10-10 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

### Примерный перечень вопросов и задач к разделу 11 «Липидный обмен и основы биоэнергетики»

1. Общая характеристика и классификация липидов
2. Простые липиды: жиры, воски, стериды. Сложные липиды.
3. Обмен триглицеридов; бета-окисление высших жирных кислот.
4. Синтез триглицеридов, обмен стеридов, обмен фосфатидов.
5. Перенос липидов между мембранами
6. Классификация процессов биологического окисления и локализация их в клетке. Свободное окисление.
7. Окисление, сопряженное с фосфорилированием АДФ.
8. Энергетический баланс распада углеводов и триглицеридов

### Примерный перечень вопросов и задач к разделу 12 «Биологически активные вещества»

1. Антибиотики
2. Витамины
3. Антитела
4. Классификация гормонов
5. Гормоны животных и гормоны и регуляторы роста растений
6. Вторичные мессенджеры

#### Вопросы для подготовки к зачету и дифференцированному зачету по дисциплине

1. Классификация аминокислот. Незаменимые аминокислоты. Нестандартные аминокислоты
2. Хиральность. Оптическая активность АК. Цвиттерионная форма АК. Абсолютная конфигурация АК

3. Пептиды. Качественная реакция на пептиды. Биоактивные пептиды
4. Классификация белков. Пространственная организация белков.
5. Методы анализа белков.
6. Хроматография. Ионообменная Бумажная Тонкослойная Газовая
7. Секвенирование белков
8. Глобулярные и фибриллярные белки. Домены
9. Вторичная структура белка.  $\alpha$ -спираль.  $\beta$ -складчатость. Нерегулярные вторичные структуры
10. Третичная структура. Сравнение вторичной и третичной структур. Инвариантные АК
11. Фибриллярные vs глобулярные белки. Четвертичная структура
12. Лабильность. Денатурация. Цвиттер-ионная природа белковой молекулы.
13. ИЭТ белков. Растворимость. Растворимость белков – функция от ионной силы и pH раствора. ИЭТ и растворимость.
14. Определение молекулярной массы белка. Определение формы белковых молекул.
15. Разделение белков
16. Очистка белков.
17. Строение ферментов. Номенклатура и классификация ферментов.
18. Каталитический центр. Однокомпонентный фермент. Двухкомпонентные голоферменты. Аллостерический участок.
19. Мультимеры и мономеры. Изозимы. Мультиэнзим. Метаболон
20. Энергия активации ферментативной реакции.
21. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Вывод уравнения. Уравнение Лайнуивера-Берка. Константа Михаэлиса
22. Свойства ферментов. Отличие белков от химических катализаторов. Специфичность ферментов.
23. Кинетика ферментативных реакций.
24. Ингибирование: конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное. Антиметаболиты
25. Аллостерическое ингибирование
26. Модель Моно-Уаймана-Шанжё. Кооперативность положительная и отрицательная.
27. Модель Даниеля Кошланда. Гомотропный эффект. Гетеротропный эффект.
28. коэффициент Хилла и кооперативность
29. Ковалентная модификация ферментов. Зимоген. Двусубстратные ферментативные реакции (ДФР)
30. Химический состав и строение нуклеиновых кислот. Свойства нуклеиновых кислот
31. Метаболизм пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов
32. Правило Чаргаффа. Полиморфизм структуры ДНК
33. Второе правило Чаргаффа.
34. Денатурация и ренатурация. Гибридизация. Отжиг. Саузерн- и Нозерн-блоттинг. Гипо- и гиперхромный эффект.

35. Силы, поддерживающие спиральную структуру ДНК. Сверхспирализация.
36. Оптическая плотность. Температура плавления ДНК
37. Возможные механизмы репликации. Опыты Мезельсон и Сталя
38. Типы репликации.
39. Ферменты репликации. Понятие реплисомы
40. Ориджин репликации *E. coli*
41. Образование вилки репликации у прокариот
42. Инициация репликации у *E. coli*. Ферменты репликации.
43. Топоизомеразы. ДНК-полимеразы прокариот
44. ДНК-полимераза I. Ник-трансляция.
45. ДНК-полимераза III-холофермент
46. Праймаза. Геликаза. Механизм лигирования
47. Механизм репликации хромосомы *E. coli*. Этапы репликации
48. Бета-застёжки бактерий. Процессивность и дистрибутивность
49. Элонгация. Присоединение дНТФ к ДНК. Роль атома магния
50. Терминация репликации у прокариот
51. ДНК-полимеразы эукариот: многообразие и классификация
52. Особенности репликации у эукариот на примере *Saccharomyces cerevisiae*
53. Репликация теломер. Проблема недорепликации. Теломераза.
54. Мутации. Классификация. Причины. Мутагены. Горячие точки и частота мутаций.
55. Рестриктазы: роль, классификация. Механизм и роль метилирования.
56. Использование рестриктаз в молекулярной биологии: получении рекомбинантных ДНК, RFLP- и AFLP-маркеры.
57. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Пруфридинг.
58. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Фотореактивация
59. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Репарация алкилирующих повреждений
60. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Восстановление фосфодиэфирных связей
61. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Прямое восстановление.
62. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Темновая репарация димеров.
63. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Репарация с помощью гликозилаз и AP-эндонуклеаз
64. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Мисмэтч-репарация.
65. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. Пострепликативная репарация. Репарация двойных разрывов ДНК. Особенности репарации у *Deinococcus geothermalis* и *D. radiodurans*.

66. Роль репарации в жизни клетки. Классификация механизмов репарации. SOS-репарация.
67. Рекомбинация ДНК. Структура Холлидея.
68. Химический состав и особенности структуры молекулы РНК.
69. Генетический код. Соответствие между аминокислотами и нуклеотидами. Гипотезы эволюции генетического кода. Открытые и закрытые рамки считывания.
70. Матричная РНК. Отличие пре-мРНК от мРНК.
71. Особенности структуры и химического состава тРНК. Образование неканонических пар у РНК.
72. рРНК. Особенности у про- и эукариот.
73. РНК-полимеразы прокариот. Роль в клетке, классификация, строение. Функции отдельных субъединиц.
74. Инициация транскрипции у про- и эукариот. Промоторы про- и эукариот. Старт- и стоп-кодоны.
75. Элонгация транскрипции у про- и эукариот. Механизм нуклеофильной атаки и роль атома магния.
76. Транскрипция у эукариот – особенности, отличие от прокариот.
77. Терминация транскрипции у прокариот: типы терминации, роль рофактора.
78. Процессинг: полиаденилирование, кэпирование, сплайсинг. Понятие об альтернативном сплайсинге.
79. РНК-синтезная система вирусов.
80. Распад мРНК.
81. Регуляция транскрипции.
82. Строение рибосом у про- и эукариот.
83. Трансляция. Роль в жизни клетки. Этапы трансляции. Подготовительный стадии: образование аминоацил-тРНК.
84. Инициация трансляции у про- и эукариот. Узнавание мРНК и рибосом.
85. Элонгация трансляции у про- и эукариот. Затраты энергии при трансляции.
86. Терминация трансляции. Ингибирование трансляции. Антибиотики.
87. Фолдинг. Модели сворачивания белка.
88. Фолдинг. Роль фолдаз.
89. Фолдинг. Роль шаперонов.
90. Фолдинг. Роль лигандов.
91. Пути и механизмы транспорта белков в клетке после их синтеза на рибосомах.
92. Модификация белков.
93. Сортировка и распад белков.
94. Регуляции трансляции.
95. Уровни регуляции экспрессии генов. Механизм аттенуации. Энхансеры. Сайленсеры.
96. РНК-интерференция. Микро и малые интерферирующие РНК
97. Сравнение транскрипции и про- и эукариот.
98. Сравнение трансляции у про- и эукариот.

99. Структура гена у про- и эукариот.
100. Структура генома: классификация кодирующих и некодирующих последовательностей.
101. Повторяющиеся последовательности в геноме и их роль.
102. Полимеразная цепная реакция: принципы, этапы, параметры. Молекулярные маркеры, основанные на ПЦР: SSR, SNP. AFLP, RAPD.
103. Разделение фрагментов ДНК в агарозном геле: принцип, параметры. Маркер размеров.
104. Клонирование ДНК: методы трансформации плазмидами, получение геномной библиотеки с помощью плазмидных векторов. Рекомбинантная ДНК.
105. Клонирование и экспрессирующие векторы. Библиотеки кДНК.
106. Методы секвенирования. Поколения секвенаторов. Пиросеквенирование
107. Углеводы: классификация и строение. Моно-, олиго- и полисахариды.
108. Обмен углеводов. Распад: гидролиз. Ферменты гидролиза.
109. Обмен углеводов. Распад: фосфолиз. Превращение моносахаридов.
110. Обмен глюкозо-6-фосфата. Дихотомический путь распада.
111. Глюкуроновый путь окисления глюкозы
112. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы
113. Обмен пировиноградной кислоты.
114. Цикл ди- и трикарбоновых кислот.
115. Цикл лимонной кислоты. Метаболиты, ферменты, значение
116. Цепь переноса электронов в митохондриях
117. Клеточное дыхание: от гликолиза до синтеза АТФ
118. Синтез простых углеводов.
119. Синтез олигосахаридов.
120. Синтез полисахаридов.
121. Фотофосфорилирование: от фотоокисления воды до молекулы глюкозы
122. Цепь переноса электронов в хлоропластах
123. Устройство фотосистемы I
124. Устройство фотосистемы II
125. Цикл Кальвина. Метаболиты, ферменты, значение
126. Цикл Хэтча-Слэка. Метаболиты, ферменты, значение
127. Сравнение фотосинтеза и дыхания.
128. Общая характеристика и классификация липидов
129. Простые липиды: жиры, воски, стериды
130. Сложные липиды.
131. Обмен липидов: обмен триглицеридов. Бета-окисление высших жирных кислот.
132. Обмен липидов: синтез триглицеридов.
133. Обмен липидов: обмен стеридов
134. Обмен липидов: обмен фосфатидов

135. Перенос липидов между мембранами.
136. Классификация процессов биологического окисления и локализация их в клетке. Свободное окисление.
137. Классификация процессов биологического окисления и локализация их в клетке. Окисление, сопряженное с фосфорилированием АДФ
138. Классификация процессов биологического окисления и локализация их в клетке. Энергетический баланс распада углеводов и триглицеридов.
139. Достижения современной молекулярной биологии и биохимии за последний год.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 1 : Основы биохимии, строение и катализ — 2020. — 749 с. — ISBN 978-5-00101-864-

3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135557>.
2. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 2 : Биоэнергетика и метаболизм — 2020. — 691 с. — ISBN 978-5-00101-865-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135558>
3. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 3 : Пути передачи информации — 2020. — 451 с. — ISBN 978-5-00101-866-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135559>
4. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер ; под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. — 2-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 855 с. — ISBN 978-5-9963-2877-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66244>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Скворцова, Н. Н. Основы биохимии и молекулярной биологии. Ч. I. Химические компоненты клетки : учебное пособие / Н. Н. Скворцова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 154 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91337>
2. Калашникова, Елена Анатольевна. Современные аспекты биотехнологии: учебно-методическое пособие / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 — 123 с.: рис., табл., цв. ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/324.pdf>.
3. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А. С. Спирин. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 594 с. — ISBN 978-5-00101-623-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110208>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://stepik.org> (открытый доступ)
2. <https://www.coursera.org> (открытый доступ)

3. <https://openedu.ru/> (открытый доступ)
4. <http://www.plantgen.com/> (открытый доступ)
5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (открытый доступ)
6. <http://molbiol.ru> (открытый доступ)
7. <http://biomolecula.ru/> (открытый доступ)
8. <http://elementy.ru/> (открытый доступ)
9. <http://xumuk.ru/> (открытый доступ)
10. <http://fizrast.ru> (открытый доступ)

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус № 3, аудитория № 109 Учебная аудитория для проведения: - занятий лекционного типа, - практических занятий, - занятий семинарского типа, - лабораторных занятий, - групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации, - самостоятельной работы, - научно-исследовательской работы студентов.	(а) Парты двухместные – 15 шт.; (б) Стулья – 30 шт.; (с) Доска передвижная поворотная, инв. 557950/1 – 1 шт.; (д) Мультимедийный проектор – 1 шт.; (е) Экран для проектора – 1 шт.; (ф) Доска меловая – 1 шт.;
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальные залы библиотеки	(а) Парты двухместные – 10 шт.; (б) Стулья – 20 шт.
Общежитие № 1 Комната для самоподготовки	(а) Парты двухместные – 10 шт.; (б) Стулья – 20 шт.

Для проведения лекций по дисциплине «Молекулярная генетика» необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и соответствующим демонстрационным сопровождением.

Для проведения практических и семинарских занятий по дисциплине «Молекулярная генетика» необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и меловой доской.

## 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» студентам необходимо использовать знания по дисциплинам



«Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Ботаника», «Физика», «Информатика» и «Статистика». Посещение лекций позволит студенту понять основные термины биохимии и молекулярной биологии, их классификацию, принципиальные схемы молекулярно-биологических и биохимических процессов, иными словами составить общую картину по изучаемой теме. Активная работа на практических занятиях (устные ответы, решения задач) и семинарах позволит студенту в деталях разобраться в строении и функции биологических молекул, в подробностях понять метаболические пути и молекулярно-генетические процессы, решить неясные для себя вопросы. Выполнение индивидуального домашнего задания даст студенту навык работы с информационными базами данных и программным обеспечением для построения и анализа моделей биологических молекул, обработки экспериментальных данных.

Студенту будет полезно интегрировать знания, приобретённые в курсе «Основы биохимии и молекулярной биологии» и других дисциплин. Например, задействовав знания, полученные на дисциплине «Цитология», студент сможет понять, как связаны между собой репликация, клеточный цикл, митоз и мейоз. Используя знания, приобретённые на курсах «Физиология растений» и «Микробиология», лучше понять сходства и различия между дыханием и фотосинтезом. Материалы дисциплины «Биологически активные вещества» позволят лучше понять роль витаминов как коферментов, принцип работы антибиотиков на ферменты и т.д.

Студентам рекомендуется аккуратно посещать занятия, а также заранее к ним готовиться, используя основную и дополнительную литературу. Студенты должны аккуратно оформлять практические работы, проявлять творчество при выполнении индивидуальных домашних заданий, вовремя представлять их к защите. В случае возникновения вопросов задавать их преподавателю. При работе с литературой рекомендуется выбрать среди списка учебников тот, который больше подходит по уровню восприятия. Если какая-то глава непонятна – прочитать в другом учебнике. При подготовке к практическим занятиям рекомендуется аналитически подходить к повторению и заучиванию материала, стараться систематизировать знания, выстраивать их в различных плоскостях.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия обязан в отведенное для консультаций время на кафедре показать знания соответствующего раздела в виде написания реферата и решения тестовых заданий. Сложные вопросы необходимо разобрать с преподавателем.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Перед началом курса преподавателю рекомендуется ознакомить студентов с настоящими методическими рекомендациями, обеспечить лекционным материалом, списком терминов и страниц учебника по каждой теме, индивиду-

альным домашним заданием. Это позволит студенту выстраивать индивидуальную траекторию изучения дисциплины.

Преподавателю рекомендуется создать информационную виртуальную платформу для оперативного общения со студентами по учебным вопросам. Для этого можно задействовать такие формы, социальные сети, блоги. Это позволит информировать студентов о грядущих мероприятиях, изменениях в расписании, принимать домашние задания и т.д.

Рекомендуется вместо переключки проводить короткие тесты, это позволит более рационально использовать время и одновременно проверять уровень знаний студентов.

В течение семестра на основе активности студентов на занятиях необходимо определять успевающих и отстающих студентов. Это позволит дифференцированно подходить к обучению в группе: разбить на подгруппы при проведении практических и семинарских занятий, лидерам давать более сложный материал, отстающим – в более простой и доступной форме; прикреплять к лидерам отстающих студентов в режиме шефства.

По некоторым теоретическим вопросам дисциплины нужно задавать студентам сделать небольшие доклады на 5 - 6 минут, что поможет студентам подготовиться к выступлениям на конференциях. При этом основной акцент сделать на научно-популярных темах, которые бы были интересны широкому кругу слушателей. При защите студентами работ необходимо обращать внимание на практическое применение полученных знаний и социальную значимость приобретаемой профессии.

**Программу разработал:**

Поливанова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, старший преподаватель

---

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии»**  
**ОПОП ВО по направлению**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Таракановым Иваном Германовичем, заведующим кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором биологических наук, профессором (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «биотехнология» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчик – Поливанова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, старший преподаватель).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.Б.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 – «Биотехнология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы биохимии и молекулярной биологии» закреплен компетенций. Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» составляет 7 зачётных единицы (288 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Основы биохимии и молекулярной биологии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – «Биотехнология» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» предполагает 25,2 % занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 – «Биотехнология»

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, диспутах, круглых столах, мозговых штурмах и ролевых играх, выполнение эссе, участие в тестировании, коллоквиумах, работа над домашним заданием в форме игрового проектирования (в профессиональной области) и аудиторных заданиях - работа с историческими текстами), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 19.03.01 – «Биотехнология»

13. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 18 наименований, Интернет-ресурсы – 10 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 – «Биотехнология»

15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы биохимии и молекулярной биологии».

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «биотехнология» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Поливановой Оксаной Борисовной, кандидатом биологических наук, старшим преподавателем кафедры биотехнологии соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тараканов И.Г., заведующий кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор биологических наук, профессор \_\_\_\_\_  
« 07 » \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_ 2018 г.