



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.07 «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ»

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки: «Физико-химическая биология и биотехнология»

Квалификация выпускника: Бакалавр

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

Согласовано с УМК биологического-почвенного факультета Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 4 от 10 марта 2020 г.  
Председатель \_\_\_\_\_  
проф. Матвеев А.Н.

Протокол № 11 от 18 февраля 2020 г.  
Зав. кафедрой Соловарова В.П

Иркутск 2020 г.

## **Содержание**

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	5
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	7
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	7
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	10
6.1 Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ	10
6.2 План самостоятельной работы студентов	13
6.3 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	14
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	15
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	16
8.1 Основная литература	16
8.2 Дополнительная литература	16
8.3 Программное обеспечение	17
8.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	17
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	18
10. Образовательные технологии	19
11. Оценочные средства (ОС)	20
11.1 Оценочные средства для входного контроля	20
11.2 Оценочные средства текущего контроля	20
11.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации	22

## **1. Цели и задачи дисциплины (модуля)**

**Цель:** формирование знаний основных принципов организации и реализации генетической информации в эукариотических клетках, формирование теоретических основ использования современных молекулярно-биологических методов в решении профессиональных задач.

**Задачи:**

- получить представления о многообразии форм жизни, классических и современных аспектах классификации клеточных форм жизни;
- изучить состав, строение и функции нуклеиновых кислот в клетке;
- изучить принципы организации генетической информации в клетках, структурные элементы генома и транскриптома эукариотической клетки;
- изучить молекулярные механизмы и пути внутри- и межклеточной передачи генетической информации, принципы регуляции экспрессии генов в эукариотической клетке;
- изучить принципы и методические аспекты применения молекулярных методов и подходов в экспериментальной биологии эукариотической клетки и биотехнологии.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Предмет является обязательной дисциплиной вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 Биология, профиль «Физико-химическая биология и биотехнология».

Содержание курса базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин «Общая биология», «Цитология», «Биохимия и молекулярная биология», «Генетика», «Органическая химия», «Математика и математические методы в биологии». Предмет является основой при изучении последующих предметов, рассматривающих молекулярные механизмы организации и функционирования биологических систем, таких как «Молекулярная биология акариот», «Большой практикум по физико-химической биологии и биотехнологии», «Геномные и постгеномные технологии», «Омикс-технологии», «Введение в биотехнологию», «Нанобиотехнологии», «Основы биоинформатики», «Практическая биоинформатика» и др.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)**

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование компетенций:

способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1);

способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований (ПК-2);

способность использовать основные средства анализа геномной, структурной и другой биологической информации и способностью использовать основные биологические базы данных, в том числе содержащие геномную, структурную и другую информацию, в научно-исследовательской работе и практической деятельности (СПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен

**знать** строение и функции нерегулярных биополимеров в клетках, принципы организации генетической информации, молекулярные механизмы регуляции экспрессии генов и передачи наследственной информации, особенности составления научно-технических отчетов, основные принципы работы на современном оборудовании для проведения молекулярно-генетических анализов;

**уметь** демонстрировать знание принципов структурно-функциональной организации биологических объектов и механизмов генетической и эпигенетической регуляции внутриклеточных процессов; использовать полученные знания и навыки для решения профессиональных задач, в частности, при проведении научных исследований и разработок в области современной экспериментальной биологии и биотехнологии, осуществлять скрининг и критический анализ современной научной литературы, составлять научные и аналитические отчеты по теме исследования;

**владеть** знаниями о многообразии живых систем и основных закономерностях их функционирования, принципах организации и реализации генетической информации, теоретическими основами молекулярно-биологических методов и подходов; навыками работы с основными генетическими базами данных; средствами анализа молекулярно-биологической информации; навыками поиска и критического анализа современной научной литературы.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов /зачетных единиц	Семестры			
		5	-	-	-
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72/2	72/2	-	-	-
<b>Из них объем занятий с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий</b>	14/0,39	14/0,39			
<i>В том числе:</i>	-	-	-	-	-
Лекции	36/1	36/1	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	36/1	36/1	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6/0,17	6/0,17	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>75/2,08</b>	<b>75/2,08</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>В том числе:</i>	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)	10/0,28	10/0,28	-	-	-
Другие виды самостоятельной работы	65/1,8	65/1,8	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	27/0,75	27/0,75	-	-	-
Контактная работа (всего)	78/2,17	78/2,17	-	-	-
Общая трудоемкость: <i>часы</i>	180	180	-	-	-
<i>зачетные единицы</i>	5	5	-	-	-

## **5. Содержание дисциплины (модуля)**

### **5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)**

#### **Раздел 1. Введение. Формы жизни. Предмет молекулярной биологии.**

Тема 1.1. Определение жизни. Отличия живых систем от неживых. Клеточная теория: классические и современные представления.

Тема 1.2. Разнообразие форм жизни на земле. Неклеточные формы жизни.

Тема 1.3. Классификация клеточных форм жизни: классические и современные представления.

Тема 1.4. Молекулярная биология и предмет ее изучения.

#### **Раздел 2. Структура и свойства нуклеиновых кислот.**

Тема 2.1. Нуклеиновые кислоты. Свойства нуклеиновых кислот как полимеров.

Состав, строение и виды нуклеиновых кислот. Функции ДНК и РНК в клетках.

Тема 2.2. Структура и виды нуклеотидов. 5' и 3' концы. Принцип комплементарности в организации нуклеиновых кислот.

#### **Раздел 3. Основные принципы организации генетической информации в эукариотической клетке.**

Тема 3.1. Организация ДНК в эукариотической клетке. Уровни упаковки ядерной ДНК в эукариотических клетках. Хроматин и его виды. Гистоны и негистоны белки хроматина.

Тема 3.2. Типы ковалентных модификаций гистонов и их функциональная роль. Понятие о гистоновом коде.

Тема 3.3. Типы метафазных хромосом и их морфологические особенности. Структурные элементы метафазных хромосом.

Тема 3.4. Организация тепломерных участков хромосом. Белки шелтеринового комплекса. Функции теломер.

Тема 3.5. Понятие о кариотипе. Хромосомные числа и наборы хромосом. Монопloidное и гаплоидное числа хромосом.

Тема 3.6. Понятие о геноме эукариот. Понятие о контигах и скафолдах. Понятие о сборке, контигах и скафолдах. Длина генома, золотой путь как мера длины генома (Golden Path Length). Различия в размере геномов у разных групп эукариот.

Тема 3.7. Кодирующие и некодирующие элементы геномов эукариот.

Тема 3.8. Понятие гена, основные гипотезы происхождения генов. Гомологичные гены. Ортологи и паралоги. Псевдогены.

Тема 3.9. Некодирующие элементы генома эукариот. Основные виды некодирующей ДНК и их биологическая роль.

Тема 3.10. Мобильные генетические элементы и их типы. Способы транспозиции. Биологическое значение.

Тема 3.11. Понятие о транскриптоме. Основные виды РНК эукариот: информационные и некодирующие РНК.

#### **Раздел 4. Основные пути реализации генетической информации в клетке.**

Тема 4.1. Центральная догма молекулярной биологии: классические и современные представления.

Тема 4.2. Молекулярные механизмы репликации ДНК. Основные этапы и участники процесса. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы и их свойства. Укорочение теломерных участков хромосом в результате репликации. Репликация по типу катящегося кольца.

Тема 4.3. Молекулярные механизмы транскрипции у эукариот. Основные этапы и участники процесса. ДНК-зависимые РНК-полимеразы и их свойства.

Тема 4.4. Молекулярные механизмы процессинга мРНК у эукариот. Рибозимы. Сплайсосомы. Альтернативный сплайсинг, транс-сплайсинг. Структура зрелой мРНК эукариот. Редактирование РНК.

Тема 4.5. Генетический код и его свойства. Стандартный и альтернативные варианты. Рамки считывания. Предпочтение кодонов.

Тема 4.6. Молекулярные механизмы трансляции. Основные этапы и участники процесса. Понятие об альтернативных «старт» и «стоп»-кодонах.

### **Раздел 5. Специальные пути передачи генетической информации в эукариотической клетке.**

Тема 5.1. Обратная транскрипция и ее реализация в клетках. РНК-зависимые ДНК-полимеразы и их многообразие. Ретротранспозоны. Теломеразы.

Тема 5.2. Молекулярные механизмы репликации РНК. РНК-зависимые РНК полимеразы. Роль процесса у эукариот.

Тема 5.3. Синтез полипептидов по матрице ДНК *in vitro*.

### **Раздел 6. Повреждение и пути репарации нуклеиновых кислот в эукариотической клетке.**

Тема 6.1. Мутации и повреждение нуклеиновых кислот в клетке. Эндогенные и экзогенные причины.

Тема 6.2. Механизмы прямой репарации ДНК. Репарация ДНК с помощью механизмов гомологичной и негомологичной рекомбинации.

Тема 6.3. Механизмы репарации РНК.

### **Раздел 7. Пути регуляции экспрессии генов в эукариотических клетках и основные принципы эпигенетических процессов.**

Тема 7.1. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Цис- и трансрегуляторные элементы. Регуляторные транскрипционный факторы. Инсуляторы.

Тема 7.2. Метилирование ДНК и его роль в регуляции экспрессии генов и эпигенетических процессах.

Тема 7.3. Хроматин-ремоделирующие комплексы и модификации гистонов в регуляции экспрессии генов.

Тема 7.4. Регуляция экспрессии генов на уровне РНК. РНК-интерференция.

### **Раздел 8. Молекулярно-биологические методы и подходы в экспериментальной биологии эукариотической клетки.**

Тема 8.1. Полимеразная цепная реакция (ПЦР): принцип, компоненты и продукты реакции. Основные этапы и их параметры. Разновидности ПЦР и практическое применение.

Тема 8.2. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера: принцип, компоненты и продукты реакции. Классическая схема анализа и современная реализация. Ограничения метода.

Тема 8.3. ДНК-штрихкодирование. Использование в генетической идентификации видов. Генетическая база данных BOLD.

Тема 8.4. Методы фрагментного анализа ДНК и их практическое применение. ДНК-дактилоскопия.

Тема 8.5. Методы секвенирования нуклеиновых кислот нового поколения. Основные подходы: преимущества и ограничения. Геномные библиотеки и их получение.

Тема 8.6. Принципы рекомбинантных технологий. Рестриктазы. Лигирование. Векторы для клонирования ДНК. Golden Gate и безлигазное виды клонирования.

Тема 8.7. Другие современные молекулярно-биологические методы в экспериментальной биологии эукариотической клетки.

### **5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)**

№ п/п	Наименование обеспечивающих (последующих) дисциплин	№№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечивающих (последующих) дисциплин							
1	Большой практикум по физико-химической биологии и биотехнологии	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Геномные и постгеномные технологии	1	2	3	4	5	5	7	8
3	Омикс-технологии	1	2	3	4	5	6	7	8
4	Основы биоинформатики	1	2	3	4	5	6	7	8
5	Практическая биоинформатика	1	2	3	4	5	6	7	8
6	Введение в биотехнологию	1	2	3	4	5		7	8
7	Нанобиотехнологии		2	3	4				8
8	Молекулярная биология акариот	1	2		4	5			8

### **5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семин.	Лаб. зан.	CPC	Всего
1	Раздел 1. Введение. Формы жизни. Предмет молекулярной биологии	Тема 1.1. Определение жизни. Отличия живых систем от неживых. Клеточная теория: классические и современные представления. Тема 1.2. Разнообразие форм жизни на земле. Неклеточные формы жизни. Тема 1.3. Классификация клеточных форм жизни: классические и современные представления. Тема 1.4. Молекулярная биология и предмет ее изучения.	4	2	-	-	4	10
2	Раздел 2. Структура и свойства нуклеиновых кислот	Тема 2.1. Нуклеиновые кислоты. Свойства нуклеиновых кислот как полимеров. Состав, строение и виды нуклеиновых кислот. Функции ДНК и РНК в клетках. Тема 2.2. Структура и виды нуклеотидов. 5' и 3' концы. Принцип комплементарности в организации нуклеиновых кислот.	-	4	-	-	8	12
3	Раздел 3. Основные принципы организа-	Тема 3.1. Организация ДНК в эукариотической клетке. Уровни	10	2	-	-	4	16

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах				
			Лекц.	Практ. зан.	Семин.	Лаб. зан.	CPC
	ции генетической информации в эукариотической клетке	<p>упаковки ядерной ДНК в эукариотических клетках. Хроматин и его виды. Гистоны и негистоновые белки хроматина.</p> <p>Тема 3.2. Типы ковалентных модификаций гистонов и их функциональная роль. Понятие о гистоновом коде.</p> <p>Тема 3.3. Типы метафазных хромосом и их морфологические особенности. Структурные элементы метафазных хромосом.</p> <p>Тема 3.4. Организация теломерных участков хромосом. Белки шелтеринового комплекса. Функции теломер.</p> <p>Тема 3.5. Понятие о кариотипе. Хромосомные числа и наборы хромосом. Моноплоидное и гаплоидное числа хромосом.</p> <p>Тема 3.6. Понятие о геноме эукариот. Понятие о контигах и скафолдах. Понятие о сборке, контигах и скафолдах. Длина генома, золотой путь как мера длины генома (Golden Path Length). Различия в размере геномов у разных групп эукариот.</p> <p>Тема 3.7. Кодирующие и некодирующие элементы геномов эукариот.</p> <p>Тема 3.8. Понятие гена, основные гипотезы происхождения генов. Гомологичные гены. Ортологи и паралоги. Псевдогены.</p> <p>Тема 3.9. Некодирующие элементы генома эукариот. Основные виды некодирующей ДНК и их биологическая роль.</p> <p>Тема 3.10. Мобильные генетические элементы и их типы. Способы транспозиции. Биологическое значение.</p> <p>Тема 3.11. Понятие о транскриптоме. Основные виды РНК эукариот: информационные и некодирующие РНК.</p>					
4	Раздел 4. Основные пути реализации генетической информации в клетке	<p>Тема 4.1. Центральная догма молекулярной биологии: классические и современные представления.</p> <p>Тема 4.2. Молекулярные механизмы репликации ДНК. Основные этапы и участники процесса. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы и их свойства. Укорочение теломерных участков хромосом в результате репликации.</p>	2	12	-	-	22 36

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах				
			Лекц.	Практ. зан.	Семин.	Лаб. зан.	CPC
		<p>Репликация по типу катящегося кольца.</p> <p>Тема 4.3. Молекулярные механизмы транскрипции у эукариот. Основные этапы и участники процесса. ДНК-зависимые РНК-полимеразы и их свойства.</p> <p>Тема 4.4. Молекулярные механизмы процессинга мРНК у эукариот. Рибозимы. Сплайсосомы. Альтернативный сплайсинг, трансплайсинг. Структура зрелой мРНК эукариот. Редактирование РНК.</p> <p>Тема 4.5. Генетический код и его свойства. Стандартный и альтернативные варианты. Рамки считывания. Предпочтение кодонов.</p> <p>Тема 4.6. Молекулярные механизмы трансляции. Основные этапы и участники процесса. Понятие об альтернативных «старт» и «стоп»-кодонах.</p>					
5	Раздел 5. Специальные пути передачи генетической информации в эукариотической клетке	<p>Тема 5.1. Обратная транскрипция и ее реализация в клетках. РНК-зависимые ДНК-полимеразы и их многообразие. Ретротранспозоны. Теломеразы.</p> <p>Тема 5.2. Молекулярные механизмы репликации РНК. РНК-зависимые РНК полимеразы. Роль процесса у эукариот.</p> <p>Тема 5.3. Синтез полипептидов по матрице ДНК <i>in vitro</i>.</p>	6	2	-	-	4 12
6	Раздел 6. Повреждение и пути репарации нуклеиновых кислот в эукариотической клетке	<p>Тема 6.1. Мутации и повреждение нуклеиновых кислот в клетке. Эндогенные и экзогенные причины.</p> <p>Тема 6.2. Механизмы прямой репарации ДНК. Репарация ДНК с помощью механизмов гомологичной и негомологичной рекомбинации.</p> <p>Тема 6.3. Механизмы репарации РНК.</p>	4	2	-	-	4 10
7	Раздел 7. Пути регуляции экспрессии генов в эукариотических клетках и основные принципы эпигенетических процессов	<p>Тема 7.1. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Цис- и трансрегуляторные элементы. Регуляторные транскрипционный факторы. Инсуляторы.</p> <p>Тема 7.2. Метилирование ДНК и его роль в регуляции экспрессии генов и эпигенетических процессах.</p> <p>Тема 7.3. Хроматин-ремоделирующие комплексы и модификации гистонов в регуляции экспрессии генов.</p> <p>Тема 7.4. Регуляция экспрессии генов на уровне РНК. РНК-интерференция.</p>	4	2	-	-	4 10

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семин.	Лаб. зан.	СРС	
8	Раздел 8. Молекулярно-биологические методы и подходы в экспериментальной биологии эукариотической клетки	<p>Тема 8.1. Полимеразная цепная реакция (ПЦР): принцип, компоненты и продукты реакции. Основные этапы и их параметры. Разновидности ПЦР и практическое применение.</p> <p>Тема 8.2. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера: принцип, компоненты и продукты реакции. Классическая схема анализа и современная реализация. Ограничения метода.</p> <p>Тема 8.3. ДНК-штрихкодирование. Использование в генетической идентификации видов. Генетическая база данных BOLD.</p> <p>Тема 8.4. Методы фрагментного анализа ДНК и их практическое применение. ДНК-дактилоскопия.</p> <p>Тема 8.5. Методы секвенирования нуклеиновых кислот нового поколения. Основные подходы: преимущества и ограничения. Геномные библиотеки и их получение.</p> <p>Тема 8.6. Принципы рекомбинантных технологий. Рестриктазы. Лигирование. Векторы для клонирования ДНК. Golden Gate и безлигазное виды клонирования.</p> <p>Тема 8.7. Другие современные молекулярно-биологические методы в экспериментальной биологии эукариотической клетки.</p>	6	10	-	-	23	39

## 6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов

### 6.1 Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудо- ём- кость (часы)	Оценочные средства	Форми- руемые компе- тенции
1	Раздел 1. Введение. Формы жизни. Предмет молекулярной биологии. Темы: №№ 1.1 – 1.4.	Разнообразие форм жизни на земле. Клеточная теория: классические и современные представления.	2	Письменный опрос по материалам лекционных занятий.	ПК-1 ПК-2 СПК-2
2	Раздел 2. Структура и свойства нуклеиновых кислот.	1. Состав, строение и виды нуклеиновых кислот. Функции ДНК и РНК в клетках.	4	Письменный и устный опрос по материалам лекционных и	ПК-1 ПК-2 СПК-2

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудо- ём- кость (часы)	Оценочные средства	Форми- руемые компе- тенции
	Темы: №№ 2.1 – 2.2.	2. Структура и виды нуклеотидов. Принцип комплементарности в организации нукleinовых кислот.		практических занятий.	
3	Раздел 3. Основные принципы организации генетической информации в эукариотической клетке  Темы: №№ 3.1 – 3.11.	Организация ДНК в эукариотической клетке.	2	Письменный опрос по материалам лекционных занятий.	ПК-1 ПК-2 СПК-2
4	Раздел 4. Основные пути реализации генетической информации в клетке  Темы: №№ 4.1 – 4.6.	1. Центральная догма молекулярной биологии: классические и современные представления. 2. Молекулярные механизмы репликации ДНК. 3. Молекулярные механизмы транскрипции у эукариот. 4. Молекулярные механизмы процессинга мРНК у эукариот. 5. Генетический код и его свойства. Рамки считывания. Предпочтение кодонов. 6. Молекулярные механизмы трансляции.	12	Письменный и устный опрос по материалам лекционных и практических занятий.	ПК-1 ПК-2 СПК-2
5	Раздел 5. Специальные пути передачи генетической информации в эукариотической клетке.  Темы: №№ 5.1 – 5.3.	Специальные пути передачи генетической информации в эукариотической клетке.	2	Письменный опрос по материалам лекционных занятий.	ПК-1 ПК-2 СПК-2
6	Раздел 6. Повреждение и пути репарации нукleinовых кислот в эукариотической клетке.  Темы: №№ 6.1 – 6.3.	Мутации и повреждение нукleinовых кислот в клетке. Механизмы репарации.	2	Письменный опрос по материалам лекционных занятий.	ПК-1 ПК-2 СПК-2
7	Раздел 7. Пути регуляции экспрессии генов в эукариотических клетках и основные принципы эпигенетических процессов.  Темы: №№ 7.1 – 7.4.	Регуляция экспрессии генов в эукариотической клетке.	2	Письменный опрос по материалам лекционных занятий.	ПК-1 ПК-2 СПК-2
8	Раздел 8. Молекулярно-биологичес-	1. Полимеразная цепная реакция и ее практическое применение.	10	Письменный и устный опрос по материалам	ПК-1 ПК-2

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудо- ём- кость (часы)	Оценочные средства	Форми- руемые компе- тенции
	кие методы и под- ходы в эксперимен- тальной биологии эукариотической клетки.  Темы: №№ 8.1 – 8.7.	2. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера и его практическое применение.  3. Методы секвенирования нуклеиновых кислот нового поколения и их практическое применение.  4. Принципы рекомбинантных технологий.  5. Другие современные молекулярно-биологические методы в экспериментальной биологии эукариотической клетки.		лекционных и практических занятий; реферат по выбранной теме; устный доклад по материалам реферата.	СПК-2

## 6.2 План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	Разнообразие форм жизни на земле. Клеточная теория: классические и современные представления.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
2	Состав, строение и виды нуклеиновых кислот. Функции ДНК и РНК в клетках.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
3	Структура и виды нуклеотидов. Принцип комплементарности в организации нуклеиновых кислот.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
4	Организация ДНК в эукариотической клетке.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
5	Центральная догма молекулярной биологии: классические и современные представления.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
6	Молекулярные механизмы репликации ДНК.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
7	Молекулярные механизмы транскрипции у эукариот.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
8	Молекулярные механизмы процессинга мРНК у эукариот.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
9	Генетический код и его свойства. Рамки считывания. Предпочтение кодонов.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
10	Молекулярные механизмы трансляции.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
11	Специальные пути передачи генетической информации в эукариотической клетке.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
12	Мутации и повреждение нуклеиновых кислот в клетке. Механизмы reparации.	Изучение учебного материала	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	См. раздел 8	4
13	Регуляция экспрессии генов в	Изучение учебного	Ознакомиться с материалом,	См. раздел 8	4

	эукариотической клетке.	материала	подготовиться к опросу.		
14	Полимеразная цепная реакция и ее практическое применение.	Изучение учебного материала; реферат; доклад	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу; работа над рефератом и докладом.	См. раздел 8	4
15	Секвенирование ДНК по методу Сэнгера и его практическое применение.	Изучение учебного материала; реферат; доклад	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу; работа над рефератом и докладом.	См. раздел 8	4
16	Методы секвенирования нуклеиновых кислот нового поколения и их практическое применение.	Изучение учебного материала; реферат; доклад	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу; работа над рефератом и докладом.	См. раздел 8	5
17	Принципы рекомбинантных технологий.	Изучение учебного материала; реферат; доклад	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу; работа над рефератом и докладом.	См. раздел 8	5
18	Другие современные молекулярно-биологические методы в экспериментальной биологии эукариотической клетки.	Изучение учебного материала; реферат; доклад	Подготовиться к опросу; работа над рефератом и докладом.	См. раздел 8	5

### **6.3 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

Самостоятельная работа ведётся по следующим направлениям:

- подготовка к опросу на практических занятиях;
- изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
- подготовка рефератов;
- подготовка устных докладов;
- подготовка к тестированию (при наличии).

#### *Рекомендации по подготовке реферата и доклада, критерии оценки*

Задача подготовки реферата – закрепить знания, полученные при изучении теоретического курса, и получить навыки самостоятельного изучения международных источников современной литературы на английском языке. Реферат представляет собой краткий аналитический обзор минимум одного исследования в области экспериментальной биологии клетки с применением молекулярно-биологических методов анализа. Исследование, выбранное для обзора, должно быть опубликовано на английском

языке в рецензируемых международных изданиях не ранее, чем за последние 10 лет. Студент самостоятельно выбирает тему реферата и производит поиск статьи, по которой будет делать аналитический обзор, с использованием доступных баз данных научной литературы и поисковых систем. Статья и тема реферата должна быть одобрена преподавателем дисциплины. При подготовке реферата студент дополнительно может использовать учебную, специальную и справочную литературу, научные статьи в российских и международных изданиях. Реферат представляется студентом на электронном носителе и должен содержать следующие разделы: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, список использованной литературы. В основной части приводится обзор использованных в опубликованном исследовании методов и результатов. Объем реферата должен составлять 10 - 15 страниц, но не более 20 страниц машинописного текста формата А4, шрифтом Times New Roman кеглем 14 через 1.5 интервала. Оформление реферата производится согласно рекомендациям учебно-методической комиссии биолого-почвенного факультета ФГБОУ ВО «ИГУ» для курсовых и выпускных квалификационных работ. Также допускается оформление реферата в соответствии с ГОСТ 7.32—2017, устанавливающим общие требования к структуре и правилам оформления отчетов о научно-исследовательских работах.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

*Новизна текста:* а) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; б) самостоятельность оценок и суждений; в) стилевое единство текста.

*Степень раскрытия сущности вопроса:* а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

*Соблюдение требований к оформлению:* а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объему реферата.

Защита реферата производится в форме доклада (устного выступления) студента на практическом занятии перед аудиторией, включающей в себя студентов и преподавателя дисциплины. Доклад должен сопровождаться наглядным представлением краткого содержания реферата в виде презентации, выполненной с использованием компьютерных программ. Рекомендуется для подготовки презентации использовать программу Microsoft PowerPoint. Задачей доклада в виде устного выступления является получения первичных навыков научно-исследовательской работы, умений кратко и наглядно представлять результаты исследования, формирование навыков и умений ведения научной дискуссии. Оценка доклада осуществляется в соответствие со следующими критериями: четкость изложения основных элементов реферата; понимание изучаемой проблемы и методологии научного исследования; умение выявлять сильные стороны и недостатки изложенных в статье теорий и использованных методологических подходов; владение профессиональной терминологией; умение отвечать на вопросы аудитории.

## 7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрена учебным планом

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Ченцов, Юрий Сергеевич. Введение в клеточную биологию [Текст] : учеб. для ун-тов, обучающихся по направл. 510600 "Биология" и биологическим спец. / Ю. С. Ченцов. - 4-е изд., перераб. и доп., стер. изд. - М. : Альянс, 2015. - 494 с. : ил., 8 л. цв. ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 487. - ISBN 978-5-91872-080-6 (30 экз.).
2. Коничев, Александр Сергеевич. Молекулярная биология [Текст] : учеб. для студ. вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2005. - 398 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 393-395. - ISBN 5-7695-1965-7 (59 экз.).
3. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж Уолкер. - 2-е изд. - М : Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 855 с. - (Методы в биологии). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2877-2.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Клетки [Текст] : научное издание / ред. Б. Льюин [и др.] ; пер. с англ. И. В. Филипповича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 951 с. : цв. ил. ; 30 см. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 937-941. - Пер. изд. : Cells. - Boston, 2007. - ISBN 978-5-94774-794-2 (2 экз.).
2. Коничев, Александр Сергеевич. Молекулярная биология [Текст] : учебник / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012. - 400 с. : ил. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование: Педагогическое образование : бакалавриат). - Библиогр.: с. 395-397. - ISBN 978-5-7695-9147-1 (1 экз.).
3. Льюин, Бенджамин. Гены [Текст] : пер. с англ. / Б. Льюин ; ред. Д. В. Ребриков. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 896 с. : цв. ил. ; 30 см. - (Лучший зарубежный учебник). - Предм. указ.: с. 885-886. - Пер. изд. : Genes IX / Benjamin Lewin. - 2008. - ISBN 978-5-94774-793-5 (2 экз.).
4. Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта: [учебник] : в 3 т. / Б. Альбертс [и др.]. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2013 – Т. 1. - 773 с. : цв. ил. 24 см. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-4344-0112-8 (1 экз.).
5. ПЦР в реальном времени [Текст] : научное издание / ред. Д. В. Ребриков. - 3-е изд. - М. : Бином. Лаб. знаний, 2011. - 223 с. ; 21 см. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 216-223. - ISBN 978-5-9963-0600-8 (3 экз.).
6. Разин, Сергей Владимирович. Хроматин: упакованный геном [Электронный ресурс] / С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. - Москва : Лаборатория знаний (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2013. - 170 с., [8] л. ил. с., [8] л. ил. : ил. ; 22 см. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2128-5.
7. Спирин, Александр Сергеевич. Молекулярная биология [Текст] : рибосомы и биосинтез белка : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. "Биология" и биол. спец. / А. С. Спирин. - М. : Академия, 2011. - 496 с. : [16] вкл. л. цв. ил., ил. ; 24 см. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-7695-6668-4 (3 экз.).
8. Фаллер, Джеральд М. Молекулярная биология клетки [Текст] : руководство для врачей / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс ; пер. с англ. И. Б. Збарского. - М. : Бином, 2016. - 256 с. : ил. ; 26 см. - Пер. изд. : Molecular Basis of Medical Cell Biology / G. M. Fuller. - Stamford, 1998. - ISBN 978-5-9518-0436-5 (6 экз.).
9. Нуклеиновые кислоты. От А до Я [Текст] : научное издание / Б. Аппель [и др.] ; ред. С. Мюллер ; пер. с англ.: А. А. Синюшина, Ю. В. Киселёвой. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 413 с. : ил., [4] вкл. л. ил. ; 24 см. - Библиогр.: с. 409-412. -

Пер. изд. : Nucleic acids from A to Z : A Concise Encyclopedia. - 2008. - ISBN 978-5-9963-0376-2 (1 экз.).

### **8.3 Программное обеспечение**

1. DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор № 03-016-14 от 30.10.2014 г.
2. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форус Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1B08161103014721370444.
3. Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
4. Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
5. Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

### **8.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> – веб-сайт Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), который предоставляет бесплатный доступ к различным базам данных, включая базы данных, содержащие различные типы генетических данных, базы данных аннотаций публикаций биомедицинской и общебиологической направленности; содержит популярные приложения и инструменты биоинформационного анализа.
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> – архивная генетическая база данных GenBank Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), которая содержит общедоступную аннотированную коллекцию всех нуклеотидных последовательностей закодированных в них последовательностей белков.
3. <http://www.ebi.ac.uk> – веб-сайт Европейского института биоинформатики (EMBL-EBI), который предоставляет бесплатный доступ к популярным приложениям для биоинформационного анализа нуклеотидных и белковых последовательностей, поиска данных с мощными возможностями перекрестных ссылок.
4. <https://www.ebi.ac.uk/ena> - Европейский архив нуклеотидов (ENA), архивная генетическая база данных Европейского института биоинформатики (EMBL-EBI), которая содержит исчерпывающую информацию о последовательности нуклеотидов в мире, включая данные о необработанных последовательностях, информацию о сборках и функциональные аннотации.
5. <http://ensemblgenomes.org> – Ensembl, совместный научный проект Европейского института биоинформатики и Института Сенгера, который предоставляет интегрированный доступ к базам данных, касающихся строения геномов различных организмов.
6. <http://www.ddbj.nig.ac.jp/> – Японская база данных ДНК DDBJ, которая содержит информацию о нуклеотидных последовательностях, относящихся к различным генам и организмам.
7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> – англоязычная текстовая база данных PubMed, содержащая цитаты, аннотации и ссылки на полные тексты публикаций биомедицинской и общебиологической направленности Национального центра биотехнологической информации США (NCBI).

8. <https://www.sciencedirect.com> – база данных англоязычной научной периодики ScienceDirect издательства Elsevier, предоставляет бесплатный доступ к аннотациям всех публикаций, содержащихся в базе, и к более 1,2 млн. полных текстов статей.

9. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций.

10. <https://cyberleninka.ru> – российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка».

11. <https://www.researchgate.net> – бесплатная социальная сеть ResearchGate для сотрудничества учёных всех научных дисциплин, включает такие сетевые приложения, как семантический поиск, совместное использование файлов, обмен публикациями, тематические форумы, методологические дискуссии и так далее.

12. <http://molbiol.ru> - нейтральная русскоязычная территория для тех, кто профессионально связан с биологией или молекулярной биологией.

13. <http://e.lanbook.com/> – ЭБС «Издательство Лань».

14. <http://rucont.ru/> – ЭБС «Руконт».

15. <http://ibooks.ru> – ЭБС «Айбукс».

16. <http://biblio-online.ru/> – ЭБС «Юрайт».

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Молекулярная биология клетки» базируется на следующих ресурсах.

• Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольтметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Молекулярная биология клетки». *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Молекулярная биология клетки»: презентации в количестве 5 шт.

• Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольтметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Молекулярная биология клетки».

• Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной)*

мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блокAthlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T трилокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт. , Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

## **10. Образовательные технологии**

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются как стандартные методы обучения, так и интерактивные формы проведения занятий, также информационно-коммуникационные и инновационные формы. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ОПОП, особенностью контингента обучающихся, содержанием программы и составляет 25% аудиторных занятий.

В ходе освоения студентами дисциплины «Молекулярная биология клетки» используются традиционные и инновационные виды образовательных технологий.

**1. Лекция-визуализация.** В ходе лекции студент преобразовывает устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи, слайды-презентации, к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции проводится в виде связного развернутого комментирования подготовленных наглядных пособий.

**2. Проблемная лекция.** В ходе проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема не имеет однотипного решения, готовой схемы нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. В ходе лекции происходит диалог преподавателя и студентов.

**3. Лекция с разбором конкретной ситуации.** В ходе лекции конкретная ситуация излагается устно или в виде краткого диафильма, видеозаписи и т. п. Студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

**4. Коллоквиум-консультация,** при котором до 50% времени отводится для ответов на вопросы студентов.

**5. Индивидуальные проблемные задания,** связанные с поиском и анализом полученной информации и формулированием выводов и готового решения, которое формулируется в виде готового эссе или рефератов.

Все разделы дисциплины обеспечены контрольными материалами для текущей и промежуточной аттестации, которые представлены в электронно-образовательной среде Educa. Предусмотрена возможность проведения лекционных и практических занятий с использованием on-line видеоконференций (на платформах Zoom, BigBlueButton).

## **11. Оценочные средства (ОС)**

### **11.1 Оценочные средства для входного контроля**

Входного контроля для данной дисциплины не предусмотрено.

### **11.2 Оценочные средства текущего контроля**

Текущий контроль проводится для оценки степени усвоения студентами учебных материалов, обозначенных в учебной рабочей программе и контроля СРС. Назначение оценочных средств текущего контроля – позволяет выявить сформированность компетенций ПК-1, ПК-2, СПК-2. Текущий контроль осуществляется в виде *непрерывного* и *рубежного* контроля. К непрерывному контролю относятся систематические проверки знаний и навыков студентов в форме опросов, рефератов, докладов. Непрерывный контроль осуществляется на практических занятиях. Рубежный контроль охватывает содержание части курса и проводится два раза в семестре на основе текущих оценок, полученных ими на занятиях за все виды работ. Оценка знаний в рамках промежуточного контроля осуществляется в соответствии с Положением университета «О балльно-рейтинговой системе обучающихся...» и критериям оценки знаний, приведенных в Положении университета «О текущем контроле успеваемости обучающихся по программам высшего образования...». Студенты, не выполнившие требования текущего контроля или получившие итоговую оценку текущей успеваемости «не удовлетворительно», считаются имеющим текущую задолженность. Обучающиеся, имеющие задолженности, должны ликвидировать их не позднее, чем за неделю до начала промежуточной аттестации.

#### *Примерный перечень вопросов и заданий для текущего контроля*

1. Определение жизни. Отличия живых систем от неживых. Клеточная теория.
2. Классификация клеточных форм жизни: классические и современные представления.
3. Свойства нуклеиновых кислот как полимеров. Состав, строение и виды нуклеиновых кислот. 5' и 3' концы.
4. Уровни упаковки ядерной ДНК в эукариотических клетках. Хроматин и его виды.
5. Гистоны и негистоновые белки хроматина. Типы ковалентных модификаций гистонов и их функциональная роль.
6. Типы метафазных хромосом и их морфологические особенности. Понятие о кариотипе. Хромосомные числа и наборы хромосом. Моноплоидное и гаплоидное числа хромосом.
7. Геном эукариот. Кодирующие и некодирующие элементы геномов эукариот.
8. Основные гипотезы происхождения генов. Гомологичные гены. Ортологи и паралоги. Псевдогены.
9. Мобильные генетические элементы и их типы.
10. Основные виды РНК эукариот: информационные и некодирующие РНК.
11. Центральная догма молекулярной биологии: классические и современные представления.

12. Молекулярные механизмы репликации ДНК. Основные этапы и участники процесса. ДНК-зависимые РНК-полимеразы и их свойства.
13. Укорочение теломерных участков хромосом в результате репликации.
14. Представить схематическое изображение транскрибуируемой части белок-кодирующих генов и положение регуляторных элементов относительно нее. Обозначить основные элементы на схеме: положение точки начала транскрипции, промотор, бокс Хогнесса, коровый промотор, энхансеры и сайленсеры. Обозначить приблизительные координаты основных элементов схемы.
15. Направления "upstream" и "downstream" в строении нуклеиновых кислот.
16. Бокс Хогнесса и его консенсусная последовательность, вариабельность. Для каких генов характерен.
17. Основные этапы инициации транскрипции генов, транскрибуемых РНК-полимеразой II и содержащих ТАТА бокс в промоторном регионе.
18. Процессинг мРНК у эукариот. Альтернативный сплайсинг, транс-сплайсинг. Структура зрелой мРНК эукариот.
19. Генетический код и его свойства. Стандартный и альтернативные варианты. Рамки считывания. Предпочтение кодонов.
20. Молекулярные механизмы трансляции. Основные этапы и механизмы трансляции у эукариот. Альтернативные «старт» и «стоп»-кодоны.
21. Плавление ДНК. Температура плавления ДНК. Основные параметры среды, влияющие на температуру плавления.
22. Общие принципы полимеразной цепной реакции. Нуклеиновые кислоты-субстраты ПЦР. Возможно ли проведение ПЦР с РНК и почему? кДНК как субстрат ПЦР.
23. Виды полимераз и их свойства: приблизительная скорость работы, процессивность, точность, виды каталитических активностей, особенности концов синтезированных фрагментов ДНК.
24. Основные этапы ПЦР. Температурные и временные условия каждого из этапов. Расчет времени элонгации, от каких условий зависит время элонгации. Определение температуры отжига праймеров и от каких основных параметров это зависит.
25. Нарисовать схему 3 циклов ПЦР для модельной цепи одноцепочечной кДНК:

**5' TTTTTTTTTTTTATGCTGTACTGGCCTAGTCCTGGTCTGGATATTGGTATCTATGTAСТАТА 3'**

Модельные праймеры: прямой: **5' GTACTGG 3'**; обратный: **5' AGATACC 3'**

#### *Примерный перечень тем рефератов и докладов*

1. Многообразие рибозимов и их функции в эукариотических клетках.
2. Роль РНК-репликации в эукариотических клетках и РНК-зависимые РНК-полимеразы.
3. Обратная транскрипция в эукариотических клетках и РНК-зависимые ДНК-полимеразы.
4. Теломераза: структура, принцип работы и функциональная роль в клетках.
5. Теломеры хромосом и их роль в продолжительность жизни и процессах старения.
6. Роль белков шелтеринового комплекса в поддержании длины теломер.
7. РНК-интерференция и ее роль в регуляции экспрессии генов эукариот.
8. Триплексные структуры нуклеиновых кислот и их роль в эукариотических клетках.
9. Механизмы регуляции экспрессии генов в эукариотических клетках.
10. Полимеразная цепная реакция и ее практическое применение в экспериментальной биологии эукариот.
11. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера и его практическое применение в экспериментальной биологии эукариот.
12. Методы секвенирования нового поколения и их практическое применение в экспериментальной биологии эукариот.

13. Методы подготовки библиотек ДНК.
14. Рекомбинантные технологии и их практическое применение в экспериментальной биологии эукариот.
15. Другие современные молекулярно-биологические методы в экспериментальной биологии эукариотической клетки.

### **11.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Предусмотренная учебным планом форма промежуточной аттестации – экзамен. К экзамену допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче экзамена. Экзамен проводится в форме устного собеседования.

Оценка знаний в рамках промежуточного контроля осуществляется в соответствии с Положением университета «О балльно-рейтинговой системе обучающихся...» и Положением университета «О промежуточной аттестации...».

Оценка ответа осуществляется в соответствие со следующими критериями: полнота ответа на вопросы экзаменационного билета, степень владения материалом, изложенного в основных и дополнительных источниках литературы, степень владения профессиональной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины; полнота ответов на дополнительные вопросы.

*Формально:* оценивается достижение целей образовательного стандарта высшего профессионального образования и соответствия фактического уровня развития личности профессионала проектируемому уровню.

#### *Vопросы к экзамену*

1. Основные отличия живых систем от неживых. Классические постулаты клеточной теории и современные представления.
2. Разнообразие форм жизни на земле. Неклеточные формы жизни.
3. Классификация клеточных форм жизни: классические и современные представления. Двух- и трёхдоменная системы биологической классификации.
4. Нуклеиновые кислоты и их виды. Свойства нуклеиновых кислот как полимеров. Правила Чаргаффа.
5. Состав, строение и виды нуклеиновых кислот. Функции нуклеиновых кислот в клетках.
6. Строение и виды нуклеотидов. Нуклеозиды. Азотистые основания. 5' и 3'-концы в строении нуклеиновых кислот. Минорные нуклеозиды в составе природных нуклеиновых кислот.
7. Принцип комплементарности в организации нуклеиновых кислот, функциональные группы азотистых оснований, участвующие в образовании водородных связей.
8. Комплементарные пары азотистых оснований при формировании вторичной структуры нуклеиновых кислот и межмолекулярных взаимодействиях. Канонические Уотсон-Криковские пары оснований и неоднозначное спаривание (вобуляция) оснований (Wobble base pairs).
9. Организация ДНК в клетке. Уровни упаковки ядерной ДНК в эукариотических клетках. Хроматин: его состав и типы в зависимости от степени его упаковки.
10. Гистоны. Типы ковалентных модификаций гистонов и их функциональная роль. Понятие о гистоновом коде.

11. Негистоновые белки хроматина и их роль.
12. Типы метафазных хромосом и их морфологические особенности. Структурные элементы метафазных хромосом. Вторичные перетяжки, спутники, SAT-хромосомы.
13. Организация тепломерных участков хромосом. Белки шелтеринового комплекса. Функции теломер.
14. Понятие о кариотипе. Хромосомные числа и наборы хромосом. Моноплоидное и гаплоидное числа хромосом: разнесение понятий.
15. Понятие о геноме эукариот. Различия в размере геномов у разных групп эукариот.
16. Оценка размеров генома. Значение С и Сх. Понятие о сборке, контигах и скрафолдах. Длина генома, золотой путь как мера длины генома (Golden Path Length).
17. Кодирующие и некодирующие элементы геномов эукариот: разнообразие и функциональная роль.
18. Понятие гена, основные гипотезы происхождения генов. Гомологичные гены. Ортологи и паралоги. Псевдогены.
19. Транскриптом. Основные виды РНК эукариот: информационные РНК и некодирующие РНК.
20. Центральная догма молекулярной биологии: классические и современные представления.
21. Репликация ДНК. Полуконсервативный механизм синтеза. Основные этапы и белки-участники процесса. Репликон, репликативная вилка, *ori*.
22. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы и их свойства. Направление работы ДНК полимераз: типы ферментативной активности у бактериальных и эукариотических полимераз. Необходимые условия для работы ДНК-полимераз.
23. Основные этапы репликации. Отличия синтеза ДНК на лидирующей и отстающей цепях. Праймеры. Фрагменты Оказаки и их лигирование.
24. Укорочение теломерных участков хромосом в результате репликации у эукариот. Теломераза.
25. Транскрипция у эукариот. Молекулярные механизмы, основные этапы и участники процесса.
26. Понятие о промоторе и коровом промоторе у эукариот. Бокс Хогнесса и мотивы инициации транскрипции.
27. Основные факторы транскрипции у эукариот. Закрытый и открытый комплекс. Основные отличия инициации транскрипции у бактерий и эукариот.
28. ДНК-зависимые РНК-полимеразы и их свойства, направление работы. Условия работы РНК-полимераз: сходства и различия с ДНК-полимеразами. Механизмы терминации транскрипции у про- и эукариот.
29. Процессинг мРНК у эукариот: молекулярные механизмы и основные этапы. Сигналы полиаденилирования. Понятие о рибозимах. Сплайсосомы.
30. Механизмы сплайсинга, альтернативный сплайсинг, транс-сплайсинг.
31. Структура зрелой мРНК эукариот. Положение «старт» и «стоп» кодонов в зрелой мРНК.
32. Генетический код и его свойства. Отклонения от стандартного генетического кода. Предпочтение кодонов.
33. Направление считывания генетической информации с РНК. Рамки считывания, число возможных рамок считывания для последовательностей ДНК и РНК. Открытая рамка считывания.
34. Трансляция: молекулярные механизмы и основные этапы. Структура рибосом,

основные отличия бактериальных и эукариотических рибосом. Альтернативные «старт» и «стоп»-кодоны.

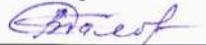
35. Обратная транскрипция и ее реализация в эукариотических клетках. РНК-зависимые ДНК-полимеразы и их многообразие.
36. Понятие о ретротранспозонах и механизм их размножения.
37. Теломеразы: понятие, роль в клетках, принцип работы.
38. Репликация РНК и ее реализация в клетках. РНК-зависимые РНК полимеразы. Роль процесса у эукариот.
39. Синтез полипептидов с использованием матрицы ДНК *in vitro*.
40. Повреждение ДНК. Эндогенные и экзогенные причины повреждения ДНК. Механизмы reparации ДНК. Репарация ДНК с помощью механизмов гомологичной и негомологичной рекомбинации.
41. Пути регуляции экспрессии генов в эукариотических клетках.
42. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Цис- и трансрегуляторные элементы. Регуляторные транскрипционный факторы. Инсуляторы.
43. Метилирование ДНК и его роль в регуляции экспрессии генов и эпигенетических процессах.
44. Регуляция экспрессии генов на уровне РНК. РНК-интерференция.
45. Полимеразная цепная реакция. Определение. Принцип. Основные компоненты и продукты реакции. Термостабильные полимеразы. Основные этапы и их параметры. Температура отжига праймеров и время элонгации. Нуклеиновые кислоты – субстраты для ПЦР. кДНК. Виды ПЦР. ПЦР с горячим стартом.
46. Секвенирование ДНК по методу Сэнгера. Принцип метода. Классическая схема анализа и современная реализация. Основные компоненты и продукты реакции. Ограничения метода.
47. ДНК-штрихкодирование. Использование в генетической идентификации видов.
48. Методы фрагментного анализа ДНК и их практическое применение. ДНК-дактилоскопия.
49. Методы секвенирования нового поколения. Основные подходы. Геномные библиотеки и их получение.
50. Принципы рекомбинантных технологий. Рестриктазы и их виды. Типы концов ДНК. Лигирование. Векторы для клонирования ДНК. Понятие о Golden Gate клонировании, безлигазное клонирование.

Разработчик:

 доцент Протопопова М.В.  
(подпись)

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 11 от 18 февраля 2020 г.

Зав.кафедрой  проф. Саловарова В.П.

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