

Белорусский государственный университет



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

ШОУНЗ 2013 г.

Регистрационный № УД-827/25р.

### Молекулярная биология

#### Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

направление 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность)

направление 1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность);

1-33 01 01 Биоэкология

Факультет биологический  
(название факультета)

Кафедра молекулярной биологии  
(название кафедры)

Курс (курсы) 5 / 5-6

Семестр (семестры) 9 / 10-11

Лекции 36 / 12  
(количество часов)

Экзамен 9 / 11  
(семестр)

Практические (семинарские)  
занятия 12 / 4  
(количество часов)

Зачет \_\_\_\_\_  
(семестр)

Лабораторные  
занятия \_\_\_\_\_  
(количество часов)

Курсовой проект (работа) \_\_\_\_\_  
(семестр)

УСР 4 / -  
(количество часов)

Всего аудиторных  
часов по дисциплине 52 / 16  
(количество часов)

Всего часов  
по дисциплине 152  
(количество часов)

Форма получения  
высшего образования дневная/заочная

Составили Е.А. Николайчик, к.б.н., доцент; Ходосовская А.М., к.б.н., доцент  
(И.О., Фамилия, степень, звание)

2013 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Молекулярная биология», 30.02.2012 г., регистрационный № ТД-G.419/тип.

(название типовой учебной программы (учебной программы (см. разделы 5-7 Порядка)), дата утверждения, регистрационный номер)

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры  
молекулярной биологии

(название кафедры)

24.05.2013 г., протокол № 22

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой



(подпись)

А.Н. Евтушенков

(И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению учебно-методической комиссией  
биологического факультета

25.06.2013 г., протокол № 11

(дата, номер протокола)

Председатель



(подпись)

В.Д. Поликсенова

(И.О.Фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Молекулярная биология является одной из важнейших фундаментальных дисциплин в системе биологического образования. Современная молекулярная биология тесно связана с биохимией, генетикой, микробиологией, другими биологическими дисциплинами и является методологической основой для изучения на молекулярном уровне жизнедеятельности клеток и многоклеточных организмов. Изучение дисциплины позволит расширить научный кругозор студентов-биологов, способствовать их развитию как самостоятельных специалистов и получить знания, необходимые для проведения исследований на современном научно-методическом уровне.

Подготовка специалиста-биолога подразумевает получение им информации не только о структурных и функциональных свойствах основных классов природных веществ, но и механизмах регуляции и взаимосвязи биохимических процессов, протекающих в организме.

Курс "Молекулярная биология" рассчитан на студентов, прослушавших курсы биохимии, генетики и микробиологии и уже имеющих определенные знания по предмету молекулярной биологии. В настоящем курсе основные разделы молекулярной биологии освещены более подробно с использованием наиболее современной доступной информации. Главной задачей курса является формирование у студентов представления об универсальных принципах функционирования основных молекулярно-биологических процессов в клетках различных организмов – от бактерий до высших эукариот.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам химического и биологического профиля («Органическая химия», «Биохимия», «Генетика», «Микробиология» и др.).

Цель курса - сформировать у студентов целостную систему знаний о структуре и свойствах биологических макромолекул, а также об основных молекулярных механизмах, лежащих в основе функционирования живых клеток и многоклеточных организмов: метаболизме биологических макромолекул (ДНК, РНК и белков), принципах внутриклеточной регуляции и межклеточной сигнализации.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

**знать:**

- организацию геномов различных организмов – от бактерий до высших эукариот;
- молекулярные механизмы поддержания и точного воспроизведения наследственной информации в клетках;
- принципы функционирования процессов, связанных с экспрессией геномной информации по пути ДНК → РНК → белок;
- молекулярные механизмы регуляции внутриклеточных процессов

**уметь:**

- корректно оперировать современными молекулярно-биологическими терминами;
- идентифицировать базовые контролирующие элементы в геномной последовательности
- работать с трехмерными структурами нуклеиновых кислот и белков;
- применять знание молекулярной биологии при изучении других биологических дисциплин.

При чтении лекционного курса желательно применять технические средства обучения для демонстрации структур и механизмов функционирования макромолекул, широко использовать наглядные материалы в любом виде.

Для изучения молекулярной биологии, подготовки к практическим занятиям и КСР студентам можно использовать один из учебников, перечисленных в разделе «Литература. Основная». Для более углубленной подготовки студентам предлагается список дополнительной литературы, включающий учебные пособия, литературу по методам молекулярной биологии, а также ссылки на источники информации в Интернете.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Теоретические положения лекционного курса развиваются и закрепляются на семинарских занятиях.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование накопительной рейтинговой системы.

Программа рассчитана максимально на 152 часа, в том числе для дневной формы получения высшего образования 52 часа аудиторных: 36 – лекционных, 12 – семинарских занятий, 4 – управляемой самостоятельной работы, и для заочной формы получения высшего образования - 16 часов аудиторных: 12 – лекционных и 4 семинарских занятий.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. Организация геномов**

Размеры, структура и особенности организации геномов различных групп организмов (бактерий, архей, одноклеточных эукариот, беспозвоночных и позвоночных животных, растений). Корреляция сложности организации

организма с размером генома, числом содержащихся в нем генов и количеством кодируемых уникальных белковых модулей.

Организация хромосом различных организмов. Структура центромерных и теломерных областей. Теломераза, механизм репликации концов линейных хромосом. Искусственные хромосомы. Закономерности распределения генов по хромосомам. Количество некодирующей белки ДНК у различных организмов.

Механизмы геномных перестроек, увеличения и уменьшения размеров геномов, роль мобильных генетических элементов в этих процессах. Семейства гомологичных генов. Ортологи и паралоги. Псевдогены. Типы повторяющихся последовательностей и их встречаемость в геномах различных организмов. Различия в механизмах эволюции геномов про- и эукариот.

Структура прерывистых генов у различных эукариот: размеры и число интронов и экзонов, взаимосвязь организации генов с различиями в механизме их экспрессии у растений и животных.

## **2. Репликация ДНК**

Матричные процессы синтеза биополимеров, их стадии.

Репликативный и репаративный синтез РНК. Механизм реакции полимеризации ДНК и его катализ. Экзонуклеазные активности ДНК-полимераз и их роль в обеспечении точности воспроизведения ДНК. ДНК-полимеразы про- и эукариот: размеры, субъединичный состав, ферментативные активности и участие в процессах репликации и репарации. Структура ДНК-полимеразы III кишечной палочки, функции ее отдельных субъединиц. Модель работы димерной полимеразы; координация синтеза ДНК на комплементарных нитях. Другие ферменты в репликационной вилке. Роль вспомогательных белков (SSB, хеликаз, праймаз и лигаз) в синтезе ДНК. Полунепрерывный синтез и фрагменты Оказаки.

Регуляция инициации репликации у *E. coli*. Структура участка старта репликации (OriC). Структурные переходы ДНК в районе старта репликации. Понятие о репликоне. Роль метилирования в регуляции репликации. Терминация репликации у бактерий. Репликаны у эукариот. Ori у дрожжей, их структурно-функциональная организация. Принципы контроля инициации репликации ДНК у эукариот.

Топологические проблемы, связанные с репликацией ДНК. Топоизомеразы I и II типов, механизм их действия.

## **3. Репарация и рекомбинация ДНК**

### **Репарация повреждений ДНК.**

Прямая репарация тиминовых димеров и алкилированных оснований. Эксцизионная репарация (эксцизия нуклеотидов, оснований): используемые ферменты и их функции. Пострепликативная репарация. Роль метилирования в дискриминации цепей ДНК после репликации. Механизм действия

комплекса MutLSH. Рекомбинационная репарация. Арест, реверсия и рестарт репликационной вилки. SOS-репарация.

### **Рекомбинация.**

Понятие об общей (гомологичной) и сайтспецифической рекомбинации. Сходство и различие молекулярных механизмов общей и сайтспецифической рекомбинации. Модель рекомбинации, предполагающей двунитевой разрыв и репарацию разрыва. Роль рекомбинации в пострепликативной репарации. Структуры Холлидея в модели рекомбинации. Миграция ветви, гетеродуплексы, разрешение структур Холлидея (ферменты). Энзимология рекомбинации у *E. coli*: роль белков RecA, RecBCD и RuvABC. Рекомбинация у высших эукариот. Сайтспецифическая рекомбинация. Типы хромосомных перестроек, осуществляемых при сайтспецифической рекомбинации. Молекулярный механизм действия сайтспецифических рекомбиназ. Интеграция фага  $\lambda$ .

### **Транспозиция.**

Основные типы мобильных генетических элементов про- и эукариот: структура, гены и их продукты. Молекулярный механизм транспозиции по репликативному и консервативному механизмам. Мини-транспозоны. ДНК-транспозоны эукариот. Механизм транспозиции ретровирусоподобных ретротранспозонов. LINE и SINE-элементы: молекулярная организация и механизм перемещения.

## **4. Транскрипция**

Понятие о кодирующей и не кодирующей (матричной) цепях. Единица транскрипции у про- и эукариот и ее структурные элементы. Транскрипция у прокариот. Особенности структуры РНК-полимеразы. Кор-фермент и холофермент. Промотор и механизм его распознавания. Альтернативные  $\sigma$ -факторы. Стадии транскрипционного цикла. Rho-зависимая и независимая терминация транскрипции у прокариот.

Транскрипция у эукариот. Структура РНК-полимераз I, II и III, функции основных субъединиц. Промоторы эукариот: размеры, положение, структура и механизм распознавания различными РНК-полимеразами. Промоторные элементы, контролирующие точку инициации и интенсивность транскрипции. Транскрипционные факторы. Последовательность сборки инициаторных комплексов на промоторах различных РНК-полимераз. Энхансеры, изоляторы и сайленсеры. Терминация транскриптов эукариотических РНК-полимераз I, II и III.

## **5. Процессинг РНК**

Определение процессинга. Типы интронов и особенности механизмов их сплайсинга. Интроны группы I. Особенности структуры и механизмы сплайсинга. Аутосплайсинг. Реакция трансэтерификации. Рибозимы, их специфичность, механизм и эффективность катализа. Примеры рибозимов и катализируемых ими реакций (L-19 РНК, РНКза Р, "головка молотка"). Рибопереключатели. Интроны группы II: структура и механизм сплайсинга.

Мобильные интроны групп I и II: ферментативные активности и механизмы перемещения.

Сплайсинг пре-мРНК в ядре. Принципы определения границ интронов у разных организмов. Сплайсосома (размеры и состав). мРНК и мРНК-частицы. Роль комплементарных взаимодействий в протекании процесса сплайсинга. Связь сплайсинга с транспортом мРНК. Транс-сплайсинг, и альтернативный сплайсинг: механизмы, роль, распространение, примеры.

Модификация 5'- и 3'-концов транскриптов. Ферменты и катализируемые ими реакции. Значение модификации концов транскриптов. Различный эффект полиаденилирования у прокариот и эукариот и его причины.

Процессинг пре-тРНК: формирование 5'- и 3'-концов тРНК, сплайсинг, модификация оснований. Реакции и ферменты, катализирующие эти процессы.

Процессинг пре-рРНК у прокариот и эукариот. Метилирование и другие модификации рРНК в ядрышке; роль малых РНК в этих процессах.

## **6. Трансляция**

Общая схема биосинтеза белков.

Информационная РНК, ее структура и функциональные участки. Основные свойства генетического кода. Особенности кодового словаря; универсальный код и его варианты. Кодон и антикодон, принципы их взаимодействия. Принцип нестрогого соответствия (wobble-гипотеза).

Транспортные РНК: первичная, вторичная и третичная структура, роль модифицированных нуклеотидов. Аминоацилирование тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы, их структура и механизм действия. Специфичность аминоацилирования, механизмы ее контроля.

Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомные РНК и белки, их виды и номенклатура. Роли РНК и белков в процессе трансляции. Функциональные участки рибосом: мРНК-связывающий участок, тРНК-связывающие А, Р и Е участки, факторсвязывающий участок.

Инициация трансляции у прокариот. Иницирующие кодоны и сайт связывания рибосом на мРНК. Инициаторная тРНК и белковые факторы инициации. Инициация трансляции внутренних рамок считывания у полицистронных мРНК.

Инициация трансляции у эукариот. Особенности эукариотической мРНК. Кэп-структура и иницирующие кодоны, последовательность Козак. Механизм распознавания иницирующего кодона. Особенности инициаторной тРНК. Белковые факторы, взаимодействующие с рибосомой и с мРНК. Влияние на инициацию трансляции структур на 3'-конце мРНК.

Элонгация полипептидной цепи. Фактор элонгации 1 (EF-Tu или EF-1) и поступление аминоацил-тРНК в рибосому. Реакция транспептидации: механизм и катализ. Фактор элонгации 2 (EF-G или EF-2) и транслокация рибосомы.

Терминация трансляции: терминирующие кодоны, белковые факторы терминации (RF1, RF2, RF3), гидролиз пептидил-тРНК. Фактор RRF и диссоциация трансляционного комплекса.

Энергетика биосинтеза белков.

### **7. Фолдинг и деградация белков**

Формирование нативной трехмерной структуры белков. Молекулярные шапероны семейств Hsp60 и Hsp70 у про- и эукариот. Рабочий цикл шаперонных комплексов GroEL и DnaKJ-GrpE. Деградация белков: АТФ-зависимые протеазы прокариот и 26S-протеасома эукариот. Механизм распознавания аномальных белков. Система убиквитинирования белков эукариот.

### **8. Транспорт белков**

Секреция белков у прокариот: Сек-аппарат и сигнальный пептид, системы секреции I-IV типов.

Распределение белков по компартментам клетки эукариот. Котрансляционная транслокация белков в полость эндоплазматического ретикулума. SRP-частица и ее рецептор. Модификации белков в полости ЭР. Транспорт белков в митохондрии и хлоропласты, контроль локализации белков внутри этих органелл. Транспорт белков через ядерные поры.

### **9. Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция**

Общие принципы сенсорной регуляции. Передача информации через клеточную мембрану. Белковые каналы, транспортеры и рецепторы. Рецепторная функция воротных каналов. Роль киназ и G-белков в регуляции.

Сходство и различия механизмов активации и репрессии транскрипции у про- и эукариот. Модули последовательностей ДНК, узнаваемые специфическими белками. Белковые домены, узнающие специфические последовательности ДНК (гомеодомен, "лейциновая молния", "цинковые пальцы").

Сенсорные механизмы бактерий. Двухкомпонентные регуляторные системы: принцип действия и примеры. Сигнальные каскады у бактерий.

Сенсорные механизмы эукариот. Компоненты сигнальных путей (рецепторы, G-белки, эффекторы, вторичные мессенджеры). Структура и принцип действия G-белков. Типы протеинкиназ. Способы передачи сигнала в ядро. Контроль специфичности сигнализации. Сигнальные пути TGF $\beta$ -Smad, JAK-STAT и Ras/MAPK. Особенности сенсорных процессов у растений.

### **10. Молекулярная биология онтогенеза**

Эмбриональное развитие *D. melanogaster*. Асимметрия и градиенты в ооците и раннем эмбрионе. Морфогены. Механизмы транспорта материнской мРНК и белков в ооцит; формирования градиентов в ооците и тканях эмбриона. Роль морфогенов в формировании переднего и заднего концов



эмбриона, дорзовентральной асимметрии. Принципы контроля сегментации и дифференциации сегментов. Гомеозисные гены и Нох-кластеры у различных организмов, принципы их действия.

## Дневная форма получения высшего образования

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы				
		Лекции	Практич., семинар	Лаб. занятия	УСР	Самост работа
1.	Организация геномов	2				5
2.	Репликация ДНК	4	2			10
3.	Репарация и рекомбинация ДНК	6	1			13
4.	Транскрипция	4	2			10
5.	Процессинг РНК	4	2		2	15
6.	Трансляция	6	2			10
7.	Фолдинг и деградация белков	4	1		1	6
8.	Транспорт белков	2	1		1	10
9.	Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция	4	1		2	15
10.	Молекулярная биология онтогенеза	2		2		6
	<b>ИТОГО:</b>	<b>36</b>	<b>12</b>		<b>4</b>	<b>100</b>

## Заочная форма получения высшего образования

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы				Самост. работа
		Лекции	Практич., семинар	Лаб. занятия	УСР	
1.	Организация геномов	2				22
2.	Репликация ДНК. Репарация и рекомбинация ДНК	2				24
3.	Транскрипция	2	2			22
4.	Процессинг РНК	2				22
5.	Трансляция. Фолдинг и деградация белков. Транспорт белков	2			2	24
6.	Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция. Молекулярная биология онтогенеза	2	2			22
	ИТОГО:	12	4		4	136

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Организация геномов.</b> Размеры, структура и особенности организации геномов различных групп организмов. Механизмы геномных перестроек, увеличения и уменьшения размеров геномов. Повторяющиеся геномные последовательности. Структура генов у различных организмов.	2				Мультимедийная презентация №1. Видео №1	ЛО – 1 ЛД – 8,19	
2.	<b>Репликация ДНК.</b> Структура и принцип действия ДНК-полимераз. Механизм реакции полимеризации ДНК и его катализ. Контроль точности воспроизведения ДНК. Регуляция инициации репликации. Топологические проблемы, связанные с репликацией ДНК.	4	2			Мультимедийная презентация №2. Рисунки на доске. Видео № 2-4	ЛО – 1 ЛД – 7,9	
3.	<b>Репарация и рекомбинация ДНК.</b> Прямая и эксцизионная репарация. Репарация неспаренных оснований. Пострепликативная репарация. SOS-репарация. Общая и сайтспецифическая рекомбинация. Структура и механизмы	6	1			Мультимедийная презентация №3. Рисунки на доске	ЛО – 1,2,14 ЛД – 1,14-19	

	перемещения мобильных генетических элементов про- и эукариот.							
4.	<b>Транскрипция.</b> Структура и принцип действия РНК-полимераз. Промоторы про- и эукариот и механизмы их распознавания. Энхансеры и изоляторы. Транскрипционные факторы. Терминация транскрипции у про- и эукариот.	4	2			Мультимедийная презентация №4. Рисунки на доске. Видео № 4-5	ЛО – 1,2	
5.	<b>Процессинг РНК.</b> Модификация 5'- и 3'-концов транскриптов. Типы интронов и особенности механизмов их сплайсинга. Сплайсосома (размеры и состав). Механизм точного определения границ интронов в пре-мРНК. Транс-сплайсинг и альтернативный сплайсинг. Процессинг пре-рРНК у прокариот и эукариот.	4	2	-	2	Мультимедийная презентация №5.	ЛО – 1,2	
6.	<b>Трансляция.</b> Свойства генетического кода. Кодон и антикод, принципы их взаимодействия. Транспортные РНК: первичная, вторичная и третичная структура, роль модифицированных нуклеотидов. Аминоацилирование тРНК. Структура рибосом и принцип их действия. Трансляционные факторы. Механизмы инициации, элонгации и терминации трансляции.	6	2	-		Мультимедийная презентация №6. Видео № 6	ЛО – 4-13,1	
7.	<b>Фолдинг и деградация белков.</b> Молекулярные шапероны семейств Hsp60 и Hsp70 у про- и эукариот: распознавание субстратов и принцип действия. Деградация белков: АТФ-зависимые протеазы прокариот и 26S-протеасома эукариот. Механизмы распознавания аномальных белков. Система убиквитинирования белков эукариот.	4	1	-	-	Мультимедийная презентация №7.	ЛО – 1,6	
8.	<b>Транспорт белков.</b> Системы секреции белков и прокариот. Принципы распределения белков по компартментам клетки эукариот: ЭР, митохондрии и хлоропласты, контроль	2	1	-	-	Мультимедийная презентация №8. Рисунки на доске.	ЛО – 1,9	

	локализации делков внутри этих органелл. Транспорт белков через ядерные поры.							
9.	<b>Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция.</b> Мембранные рецепторы, цитоплазматические сигнальные белки и транскрипционные регуляторы. Механизмы распознавания регуляторными белками специфических последовательностей ДНК. Двухкомпонентные регуляторные системы: принцип действия и примеры. Сигнальные каскады у бактерий. Сигнальные пути в клетках животных и растений.	4	1	-	2	Мультимедийная презентация №9. Рисунки на доске.	ЛО – 1,9 ЛД – 6,1,13	
10.	<b>Молекулярная биология онтогенеза.</b> Молекулярный контроль эмбрионального развития <i>D. melanogaster</i> . Принципы контроля сегментации и дифференциации сегментов. Гомеостатические гены и Нох-кластеры у различных организмов, принципы их действия.	2	-	-	-	Мультимедийная презентация №10.	ЛО – 2 ЛД – 2,3	

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Организация геномов.</b> Размеры, структура и особенности организации геномов различных групп организмов. Механизмы геномных перестроек, увеличения и уменьшения размеров геномов. Повторяющиеся геномные последовательности. Структура генов у различных организмов.	2				Слайды для кадаскопа. Рисунки на доске	ЛО – 1 ЛД – 8,19	
2.	<b>Репликация ДНК.</b> Структура и принцип действия ДНК-полимераз. Механизм реакции полимеризации ДНК и его катализ. Контроль точности воспроизведения ДНК. Регуляция инициации репликации. Топологические проблемы, связанные с репликацией ДНК. <b>Репарация и рекомбинация ДНК.</b> Прямая и эксцизионная репарация. Репарация неспаренных оснований. Пострепликативная репарация. SOS-репарация. Общая и сайтспецифическая рекомбинация. Структура и механизмы перемещения мобильных генетических элементов	2	-			Слайды для кадаскопа. Рисунки на доске	ЛО – 1 ЛД – 7,9  ЛО – 1,2,14 ЛД – 1,14-19	

	про- и эукариот.							
3.	<b>Транскрипция.</b> Структура и принцип действия РНК-полимераз. Промоторы про- и эукариот и механизмы их распознавания. Энхансеры и изоляторы. Транскрипционные факторы. Терминация транскрипции у про- и эукариот.	2	2	-	-	Слайды для кадаскопа. Рисунки на доске	ЛО – 1, 2	
4.	<b>Процессинг РНК.</b> Модификация 5'- и 3'-концов транскриптов. Типы интронов и особенности механизмов их сплайсинга. Сплайсосома (размеры и состав). Механизм точного определения границ интронов в пре-мРНК. Транс-сплайсинг и альтернативный сплайсинг. Процессинг пре-рРНК у прокариот и эукариот.	2	-	-	-	Слайды для кадаскопа. Рисунки на доске	ЛО – 1,2	
5.	<b>Трансляция.</b> Свойства генетического кода. Кодон и нтикодое, принципы их взаимодействия. Транспортные РНК: первичная, вторичная и третичная структура, роль модифицированных нуклеотидов. Аминоацилирование тРНК. Структура рибосом и принцип их действия. Трансляционные факторы. Механизмы инициации, элонгации и терминации трансляции. <b>Фолдинг и деградация белков.</b> Молекулярные шапероны семейств Hsp60 и Hsp70 у про- и эукариот: распознавание субстратов и принцип действия. Деградация белков: АТФ-зависимые протеазы прокариот и 26S-протеасома эукариот. Механизмы распознавания аномальных белков. Система убиквитинилирования белков эукариот. <b>Транспорт белков.</b> Системы секреции белков и прокариот. Принципы распределения белков по компартментам клетки эукариот: ЭР, митохондрии и хлоропласты, контроль локализации делков внутри этих органелл.	2		-		Слайды для кадаскопа. Рисунки на доске	ЛО – 4-13,1  ЛО – 1,6  ЛО – 1,9	



	Транспорт белков через ядерные поры.							
6.	<p><b>Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция.</b> Мембранные рецепторы, цитоплазматические сигнальные белки и транскрипционные регуляторы. Механизмы распознавания регуляторными белками специфических последовательностей ДНК. Двухкомпонентные регуляторные системы: принцип действия и примеры. Сигнальные каскады у бактерий. Сигнальные пути в клетках животных и растений.</p> <p><b>Молекулярная биология онтогенеза.</b> Молекулярный контроль эмбрионального развития <i>D. melanogaster</i>. Принципы контроля сегментации и дифференциации сегментов. Гомеозисные гены и Нох-кластеры у различных организмов, принципы их действия.</p>	2	2	-		Слайды для кадаскопа. Рисунки на доске	ЛО – 1,9 ЛД – 6,1,13	ЛО – 2 ЛД – 2,3

# ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. *Льюин Б.* Гены / Б. Льюин. М.: БИНОМ, 2011. – 896 с.
2. *Alberts B.* Molecular Biology of the Cell, Fifth Edition / B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter. New York: W.H. Freeman&Company, 2008. – 1600 p.
3. *Бокуть С.Б.* Молекулярная биология / С.б. Бокуть, Н.И. Герасимович, А.А. Милютин. – Минск: Высш. школа, 2005. – 463 с.
4. *Овчинников Л.П.* Что и как закодировано в мРНК // Соросовский образовательный журнал. 1998. Т.4, №11. – С. 10-18.
5. *Спирин А.С.* Принципы структуры рибосом // Соросовский образовательный журнал. 1998. Т.4, №11. – С. 65-70.
6. *Спирин А.С.* Принципы функционирования рибосом // Соросовский образовательный журнал. 1998. Т.4, №4. – С. 2-9.
7. *Спирин А.С.* Биосинтез белка: инициация трансляции // Соросовский образовательный журнал. 1999. Т.5, №5. – С. 2-7.
8. *Спирин А.С.* Биосинтез белка: элонгация полипептида и терминация трансляции // Соросовский образовательный журнал. 1999. Т.5, №6. – С. 2-7.
9. *Спирин А.С.* Биосинтез белка: регуляция на уровне трансляции // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т.6, №5. – С. 2-7.
10. *Энтелис Н.С.* Аминоацил-тРНК-синтетазы: два класса ферментов // Соросовский образовательный журнал. 1998. Т.4, №9. – С. 14-21.
11. *Фаворова О.О.* Строение транспортных РНК и их функция на первом (предрибосомном) этапе биосинтеза белков // Соросовский образовательный журнал. 1998. Т.4, №11. – С. 71-77.
12. *Рартнер В.А.* Генетический код как система // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т.6, №3. – С. 17-22.
13. *Лаврик О.И.* Механизмы специфического отбора аминокислот в биосинтезе белка // Соросовский образовательный журнал. 1996. Т.2, №4. – С. 18-23.
14. *Сойфер В.Н.* Репарация генетических повреждений // Соросовский образовательный журнал. 1997. №8. – С. 4-13.

### Дополнительная:

1. *Krebs J.E.* Genes X / J.E. Krebs, E.S. Goldstein, S.T. Kilpatric. Jones&Bartlett publishers, 2011. – 905 p.
2. *Watson J. D.* Molecular Biology of the Gene, Sixth Edition / J. D. Watson, T. A. Baker, S. P. Bell, A. Gann, M. Levine, R. Losick. Benjamin Cummings, 2008 – 841 p.
3. *Lodish H.* Molecular Cell Biology (6th Edition) / H. Lodish, A. Berk, C. A. Kaiser, M. Krieger, M. P. Scott, A. Brestsher, H.Ploegh, P. Matsudaira. New

York: W.H. Freeman & Company. 2008.

4. *Nelson D.L. Lehninger Principles of Biochemistry, Fourth Edition.* / D.L. Nelson, M.M.Cox. W.H. Freeman & Co, 2008

5. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот / под ред. А.С. Спирина. М.: Высшая школа. 1990.

6. *Патрушев Л. И.* Экспрессия генов / Л. И. Патрушев. М.: Наука, 2000

7. *Богданов А.А.* Теломеры и теломераза // Соросовский образовательный журнал. 1998. Т.2, №12. – С. 12-18.

8. *Боринская С.А.* Структура прокариотических геномов // С.А. Боринская, Н.К. Янковский // Молекулярная биология. -1999. Т.6, №33. – С.941 – 957.

9. *Дымитиц Г.М.* Проблема репликации концов линейных молекул ДНК и теломераза // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т.6, №5. – С. 8-13.

10. *Гвоздев В.А.* Механизмы регуляции активности генов в процессе транскрипции // Соросовский образовательный журнал. 1996. Т.2, №1. – С. 23-31.

11. *Гвоздев В.А.* Регуляция активности генов при созревании клеточных РНК // Соросовский образовательный журнал. 1996. №12. – С. 1-18.

12. *Гвоздев В.А.* Регуляция активности генов, обусловленная химической модификацией (метилованием) ДНК // Соросовский образовательный журнал. 1999. №10. – С. 11-17.

13. *Гвоздев В.А.* Механизмы регуляции активности генов в процессе транскрипции // Соросовский образовательный журнал. 1996. Т.2, №1. – С. 23-31.

14. *Гвоздев В.А.* Подвижная ДНК эукариот. Часть1. Структура, механизмы действия и роль подвижных элементов в поддержании целостности хромосом // Соросовский образовательный журнал. 1998. №8. – С. 8-14.

15. *Гвоздев В.А.* Подвижная ДНК эукариот. Часть2. Роль в регуляции активности генов и эволюции генома // Соросовский образовательный журнал. 1998. №8. – С. 15-21.

16. *Глазер В.М.* Генетическая рекомбинация без гомологии: процессы, ведущие к перестройкам в геноме // Соросовский образовательный журнал. 1996. №7. – С. 22-29.

17. *Глазер В.М.* Гомологичная генетическая рекомбинация // Соросовский образовательный журнал. 1998. №7. – С. 13-21.

18. *Глазер В.М.* Запрограммированные перестройки генетического материала в онтогенезе // Соросовский образовательный журнал. 1998. №8. – С. 22-29.

19. *Жимулев И.Ф.* Современные представления о структуре гена эукариот // Соросовский образовательный журнал. 2000. №7. – С. 17-4.

20. *Инге-Вечтомов С.Г.* Трансляция как способ существования живых систем, или в чем смысл «бессмысленных» кодонов // Соросовский образовательный журнал. 1996. Т.2, №12. – С. 2-10.

1. [www.chem.qmul.ac.uk/iubmb](http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb) - биохимическая классификация и номенклатура. Свободный доступ на сайте Международного союза биохимии и молекулярной биологии.
2. [www.chemport.org](http://www.chemport.org) - Научные издания в области биохимии, химии и смежных наук.
3. [www.febs.org](http://www.febs.org) - Официальный сайт Федерации европейских биохимических обществ.
4. [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru) - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии.
5. [www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank) и [www.swissprot.com](http://www.swissprot.com) - База данных по всем первичным структурам белков в свободном доступе.
6. [www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed) - Лучшие обзорные статьи по биохимии в журнале "Annual Review of Biochemistry" можно найти на сайте.
7. [www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed) - Свободный доступ в крупнейшую базу научных данных в области биомедицинских наук MedLine, включая биохимию.
8. [www.nobel.se](http://www.nobel.se) - Лауреаты Нобелевских премий по химии, физиологии и медицине.

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
**для дневной формы получения высшего образования**

1. Репликация ДНК.
2. Репарация и рекомбинация ДНК.
3. Транскрипция ДНК.
4. Процессинг РНК.
5. Трансляция.
6. Фолдинг, транспорт и деградация белков. Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция.

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
**для заочной формы получения высшего образования**

1. Репликация ДНК. Репарация и рекомбинация ДНК. Транскрипция ДНК.
2. Процессинг РНК. Трансляция. Фолдинг, транспорт и деградация белков. Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция.

**ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**  
**УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

1. Процессинг РНК
2. Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция.

**ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Учебным планом специальности 1-31 01 01 Биология (по направлениям) и специальности 1-33 01 01 Биоэкология в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован экзамен для дневной и заочной формы получения высшего образования. Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале. Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.

## **МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ**

Итоговая оценка определяется по формуле (минимум 4, максимум 10 баллов):

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,3 + B \times 0,7,$$

где А – средний бал по семинарским занятиям и УСР,

Б – экзаменационный балл.

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup>
Функциональная геномика Генетическая регуляция метаболизма про- и эукариот Регуляция метаболизма у бактерий	кафедра генетики кафедра генетики  кафедра микробиологии		

---

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 200\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (степень, звание)      \_\_\_\_\_ (подпись)      \_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ **Основная и дополнительная литература**



**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>2</sup>
1.			

**ПРИЛОЖЕНИЕ 7**

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 200\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

(степень, звание)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета

\_\_\_\_\_

(степень, звание)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

<sup>2</sup> При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине