

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
кафедра органической, биологической химии и МПХ

# Молекулярная биология

Учебно-методический комплекс

Для студентов, обучающихся по специальности  
050102 «Биология»

Горно-Алтайск  
РИО Горно-Алтайского государственного университета  
2009

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Горно-Алтайского университета

**ББК 24.1**

**Н 52**

**Молекулярная биология:** учебно-методический комплекс  
(для студентов ОЗО, обучающихся по специальности «Биология»). – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – 34 с.

**Составитель:**

**Ляшевская Н.В.**, к.х.н., доцент ГАГУ

**Рецензенты:**

**Лещук Р.И.**, к.б.н., доцент

Томского государственного университета

**Устюжанина Е.Н.**, к.п.н., доцент

Горно-Алтайского государственного университета

В работе представлены учебно-методические материалы по дисциплине «Молекулярная биология», в том числе программа, тематический план лекций, методические указания студентам по самостоятельной работе, глоссарий, основная и дополнительная литература и вопросы, выносимые на семестровый зачет. Дисциплина «Молекулярная биология» является дисциплиной федерального компонента для студентов 5 курса специальности «Биология», квалификации учитель биологии.

© Ляшевская Н.В., 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

Квалификационная характеристика специалиста.....	4
Набор компетенций, которые формируются у студентов при изучении курса.....	4
Рабочая программа дисциплины:	
I. Организационно-методический раздел.....	6
II. Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины, определенные ГОС ВПО.....	6
III. Распределение часов курса по формам и видам работ .....	7
IV. Содержание учебного курса.....	8
V. Тематический план лекций.....	10
VI. Практикум.....	11
VII. Глоссарий .....	13
VIII. Рекомендуемая литература .....	27
Методические указания по самостоятельной работе студентов .....	29
Вопросы для подготовки к зачету .....	32

## **Квалификационная характеристика специалиста**

- осуществляет деятельность по изучению и охране живой природы;
- проводит работу по использованию биологических систем в хозяйственных и медицинских целях;
- разрабатывает нормативные документы в своей области деятельности;
- организует и выполняет лабораторные исследования;
- анализирует получаемую лабораторную информацию, обобщает и систематизирует результаты выполненных работ;
- проводит экспериментальные исследования в своей области, формулирует их задачу, участвует в разработке и осуществлении новых методических подходов, обсуждении, оценке и публикации результатов;
- следит за соблюдением законодательства РФ, международных соглашений, выполнением норм и правил в области охраны природы;
- планирует мероприятия по охране природы и здоровья человека, предотвращению загрязнения и деградации природной среды.

### **Набор компетенций, которые формируются у студентов при изучении курса.**

При успешном изучении курса «Молекулярная биология» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- следует этическим и правовым нормам в отношении других людей и в отношении природы (принципы биоэтики), имеет четкую ценностную ориентацию на сохранение природы и охрану прав и здоровья человека;
- приобретает новые знания и формирует суждения по научным, социальным и другим проблемам, используя современные образовательные и информационные технологии;
- проявляет экологическую грамотность и использует базовые знания в области биологии в жизненных ситуациях; понимает социальную значимость и умеет прогнозировать последст-

вия своей профессиональной деятельности, готов нести ответственность за свои решения;

- использует основные технические средства в профессиональной деятельности: работает на компьютере и в компьютерных сетях, использует универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создает базы данных на основе ресурсов Internet, способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;

- способен использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдает основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны;

- проявляет творческие качества;

- заботится о качестве выполняемой работы;

- умеет работать самостоятельно и в команде;

- демонстрирует знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности;

- применяет современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой;

- демонстрирует базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики, о геномике, протеомике;

- демонстрирует современные представления об основах биотехнологии и геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;

- умеет вести дискуссию и преподавать (в установленном порядке) основы биологии и экологии.

## Рабочая программа дисциплины

### *I. Организационно-методический раздел*

Настоящая программа входит в число дисциплин учебного плана специальности 050102 – «Биология» и рассчитана на 100 часов, из которых на лекции отводится 8 часа, 4 часа на семинарские занятия и 88 часов на самостоятельную работу.

Курс «Молекулярная биология» является основой в подготовке студентов-биологов для восприятия ряда дисциплин биологического цикла. Предполагает дать студентам фундаментальные понятия о строении, свойствах и биологической роли соединений, обеспечивающих наследственность живого организма и тонкие механизмы передачи наследственной информации.

В курсе использован современный опыт в области воспитания у студентов культуры общения, межнациональных отношений в многонациональном обществе.

### *II. Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины, определенные ГОС ВПО*

Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии. Важнейшие достижения. Методы молекулярной биологии. Основы генетической инженерии: рестрикционный анализ, клонирование, гибридизация, определение нуклеотидных последовательностей ДНК и РНК, химический синтез генов. Создание искусственных генетических программ. Структура геномов про- и эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены. Гомеозисные гены. Неядерные геномы. ДНК митохондрий и хлоропластов. Сателлитная ДНК. ДНК-содержащие вирусы и фаги. Банки нуклеотидных последовательностей, программа «Геном человека». Геномная дактилоскопия. Генетически детерминируемые болезни. Подвижные генетические элементы и эволюция геномов. Структура хроматина. Полиморфизм ДНК. Репликация различных ДНК и её регуляция. Теломерные после-

довательности ДНК. Повреждения и репарация ДНК. Структура транскриптонов и регуляция транскрипции у про- и эукариот. Процессинг РНК. Сплайсинг и его виды. Рибозимы. Обратная транскрипция. РНК-содержащие вирусы. Молекулярные основы канцерогенеза. Онкогены. Связь структуры и функции белков. Белковая инженерия. Внеклеточный синтез белков. Межмолекулярные взаимодействия и их роль в функционировании живых систем. Молекулярные основы эволюции, дифференцировки развития и старения. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла. Программируемая клеточная гибель.

Таблица 1

*III. Распределение часов курса по формам и видам работ*

Темы модулей	Всего часов	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	
<b>СЕМЕСТР 9</b>					
1. Введение. Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии. Методы молекулярной биологии. Важнейшие достижения.	6	1	-	-	5
2. Нуклеиновые кислоты. Определение нуклеотидных последовательностей ДНК и РНК. Структура геномов про- и эукариот. Неядерные ДНК. ДНК-содержащие вирусы и фаги. Уровни структурной организации ДНК. Полиморфизм ДНК. Структура хроматина. Программа «Геном человека», банки нуклеотидных последовательностей. Создание искусственных генетических программ. Основы генетической инженерии.	45	3	2	-	40

3. Обмен нуклеиновых кислот. Репликация ДНК и её регуляция. Повреждение и репарация ДНК. Транскрипция – особенности у про- и эукариот. Структура транскриптонов. Процессинг и сплайсинг РНК на примере мРНК. Рибозимы. Экспрессия генов. Трансляция. РНК-содержащие вирусы. Молекулярные основы канцерогенеза. Белковая инженерия. Внеклеточный синтез белков. Молекулярные основы эволюции. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла. Программируемая клеточная гибель (апоптоз).	49	4	2	-	43
Всего:	100	8	4		88
Итоговая форма контроля:	Зачет				

#### *IV. Содержание учебного курса*

### **Объяснительная записка**

«Молекулярная биология» является одной из дисциплин в биологическом образовании и изучает строение соединений обеспечивающих наследственность живого организма и тонкие механизмы передачи наследственной информации.

Целью молекулярной биологии является раскрытие биохимических и биофизических основ организации живого организма, выяснение взаимосвязи между структурой и функциями биомолекул, участвующих в передаче наследственной информации.

Важнейшей задачей курса является ознакомление с логикой происходящих в живых клетках процессов, их регуляцией и ролью белков и нуклеиновых кислот в них.

Курс «Молекулярная биология» призван дать понимание того, каков конкретный молекулярный механизм происходящих в



организмах физиологических процессов и каким образом можно направить эти процессы в клетках микроорганизмов, растений и животных, чтобы они могли быть успешно использованы для нужд современной биотехнологии.

## **Введение**

Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии. Важнейшие достижения. Методы молекулярной биологии.

### **1. Нуклеиновые кислоты**

Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Определение нуклеотидной последовательности ДНК и РНК. Химический синтез генов. Основы генетической инженерии: рестриционный анализ, клонирование, гибридизация. Создание искусственных генетических программ. Структура геномов про- и эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены. Гомеозисные гены. Неядерные геномы. ДНК митохондрий и хлоропластов. Сателлитная ДНК. ДНК-содержащие вирусы и фаги. Банки нуклеотидных последовательностей, программа «Геном человека». Геномная дактилоскопия. Генетически детерминируемые болезни. Подвижные генетические элементы и эволюция геномов. Структура хроматина. Полиморфизм ДНК.

### **2. Обмен нуклеиновых кислот. Экспрессия генов.**

Репликация различных ДНК и её регуляция. Теломерные последовательности ДНК. Повреждения и репарация ДНК. Центральная догма молекулярной биологии.

Структура транскриптов и регуляция транскрипции у про- и эукариот. Процессинг РНК. Сплайсинг и его виды. Рибозимы. Трансляция, её этапы и регуляция.

Обратная транскрипция. РНК-содержащие вирусы. Молекулярные основы канцерогенеза. Онкогены. Связь структуры и функ-

ции белков. Белковая инженерия. Внеклеточный синтез белков. Межмолекулярные взаимодействия и их роль в функционировании живых систем. Молекулярные основы эволюции, дифференцировки развития и старения. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла. Программируемая клеточная гибель.

Таблица 2

*V. Тематический план лекций*

Темы лекций	Содержание лекций (основные вопросы)
Введение. Химия нуклеиновых кислот.	1. Теоретические и практические задачи современной молекулярной биологии.
	2. Нуклеотиды ДНК и РНК. Определение нуклеотидной последовательности нуклеиновых кислот.
	3. Структура геномов про- и эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены. Сателлитная ДНК.
Уровни структурной организации нуклеиновых кислот.	1. Вторичная структура ДНК. Принцип комплементарности и его реализация. Силы, стабилизирующие вторичную структуру ДНК (уотсон-криковские взаимодействия, стекнинг взаимодействия). Полиморфизм ДНК.
	2. Структура хроматина.
	3. Типы РНК, их структурная организация и биологическая функция. Генетический код и его свойства.
Биосинтез нуклеиновых кислот.	1. Репликация ДНК. Её принципы и механизм. Виды репликации. Ферментативная система синтеза ДНК.
	2. Центральная догма молекулярной биологии.
	3. Транскрипция (на примере синтеза мРНК). Структура транскриптонов и регуляция транскрипции у про- и эукариот. Процессинг РНК. Сплайсинг. Рибозимы.

Биосинтез белков.	1. Основные пути и механизмы природного синтеза белков.
	2. Матричный синтез белков. Основные этапы трансляции.
	3. Регуляция биосинтеза белков. Посттрансляционная модификация.

Таблица 3

*VI. Практикум*

Темы модулей	Содержание
Семинар 1. Нуклеиновые кислоты. Состав, строение и свойства ДНК. Синтез ДНК. (2 часа)	1. Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи.
	2. Химический состав нуклеиновых кислот. Пиримидиновые и пуриновые основания. Углеводные компоненты.
	3. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Мононуклеотиды как структурные элементы нуклеиновых кислот.
	4. Два вида нуклеиновых кислот: ДНК и РНК. Различия между ДНК и РНК по составу, молекулярной массе, локализации в клетке и функциям.
	5. Нуклеотидный состав ДНК; правила Е. Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот. Структура геномов про- и эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены. Сателлитная ДНК.

	6. Вторичная структура, двойная спираль ДНК. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия нуклеиновых оснований. Полиморфизм ДНК. Третичная структура ДНК. Структура хроматина.
	7. Репликация ДНК. Обратная транскрипция (синтез комплементарных ДНК). Создание искусственных программ. Генетическая инженерия.
	8. Рекомбинация ДНК.
<p>Семинар 2. Рибонуклеиновые кислоты, классификация, строение и свойства. Синтез РНК и белков. (2 часа)</p>	1. Основные типы рибонуклеиновых кислот, их сравнительная характеристика по молекулярной массе, нуклеотидному составу, локализации и функциям.
	2. Информационные РНК. Первичная структура. Функция и-РНК. Генетический код и его свойства.
	3. Транспортные РНК. Особенность первичной структуры. Вторичная структура т-РНК. Биологическая функция т-РНК.
	4. Рибосомальные РНК. Виды р-РНК и их функции. РНК-содержащие вирусы.
	5. Транскрипция. Структура транскриптов и регуляция транскрипции у про- и эукариот. Процессинг РНК. Сплайсинг. Рибозимы.
	6. Трансляция. Этапы трансляции.

## VII. Глоссарий

**Аденозинтрифосфат (АТФ).** Рибонуклеозид-5-трифосфат, участвующий в энергетическом цикле клетки в качестве донора фосфатной группы.

**att-сайты.** Участки фаговой и бактериальной хромосом, комбинация между которыми приводит к интеграции или исключению фага.

**Активация аминокислоты.** АТФ-зависимое ферментативное образование эфирной связи между карбоксильной группой аминокислоты и 3'-гидроксильной группой соответствующей ей тРНК.

**Аминоацил-тРНК –синтетаза.** Фермент, катализирующий образование аминоацил-тРНК за счет энергии АТФ.

**Аминоацил-тРНК.** Эфир аминокислоты и тРНК.

**Антикодон.** Специфическая последовательность из трех нуклеотидов в тРНК, комплементарная кодону для аминокислоты в мРНК.

**АР-эндонуклеазы.** Ферменты, разрезающие ДНК в апуриновых или апириимидиновых участках с образованием 5'-концов.

**Аттенуатор.** Терминаторная последовательность, на которой происходит аттенуация.

**Аттенуация.** Регуляция транскрипции на уровне терминации, осуществляемая при экспрессии некоторых бактериальных оперонов.

**Бактериофаги (фаги).** Вирусы, инфицирующие бактерии.

**Белок-репрессор.** Регуляторный белок, связывающийся с оператором на ДНК или с РНК, предотвращающий, соответственно, транскрипцию или трансляцию.

**Бессмысленная мутация.** Изменение в ДНК, приводящее к замене смыслового кодона, соответствующего какой-либо аминокислоте, на бессмысленный (терминирующий).

**Бессмысленный кодон.** Один из трех триплетов: UAG, UAA, UGA, вызывающих терминацию синтеза белка (UAG известен, как amber-кодон, UAA - как ochre-кодон, UGA - как

oral-кодон).

**Библиотека генов.** Неупорядоченный набор фрагментов ДНК, содержащий всю генетическую информацию данного вида.

**Блок Прибнова.** Каноническая последовательность ТАТААТ, находящаяся на расстоянии около 10 пар нуклеотидов перед стартовой точкой бактериальных генов. Представляет собой часть промотора, отвечающую за инициацию транскрипции со стартовой точки под действием РНК-полимеразы.

**Ведущая цепь.** Цепь ДНК, синтезирующаяся непрерывно в 5'→3'-направлении.

**Вектор.** Автономно реплицирующаяся в клетке-хозяине молекула ДНК, к которой можно присоединить фрагмент ДНК, чтобы обеспечить его репликацию; например, плазида или ДНК умеренного фага.

**Вирион .** Вирусная частица.

**Вирус.** Самореплицирующийся инфекционный комплекс нуклеиновой кислоты и белка, содержащий ДНК- или РНК-хромосому и требующий для своей репликации интактную клетку-хозяина.

**Водородная связь.** Сравнительно слабое электростатическое притяжение между электроотрицательным атомом и атомом водорода, ковалентно связанным с другим электроотрицательным атомом.

**Вставочная мутация.** Мутация, вызванная вставкой дополнительного основания между двумя последовательно расположенными основаниями ДНК.

**Вырожденный код.** Код, в котором один элемент на каком-то одном языке кодируется несколькими элементами на другом языке.

**Ген.** Участок хромосомы, который кодирует одну или несколько полипептидных цепей или молекулу РНК.

**Генетическая информация.** Наследственная информация, содержащаяся в нуклеотидной последовательности хромосомной ДНК или РНК.

**Генетический код.** Набор кодовых слов (триплетов) в ДНК кодирующих аминокислоты белков.

- Генотип.** Совокупность генов организма.
- Гетерохроматин.** Генетически неактивные участки хромосом; постоянно находятся в конденсированном состоянии.
- Гибридизация.** Процесс взаимодействия комплементарных цепей РНК и ДНК, образующих двухцепочечный гибрид РНК - ДНК.
- Гипотеза качаний.** Объясняет способность тРНК узнавать более чем один кодон, благодаря неканоническому (отличному от G-C, A-T) спариванию первого основания антикодона тРНК с третьим основанием кодона.
- Гираз.** Топоизомераза типа II из *E. coli*. Фермент способен вносить отрицательные супервитки в ДНК.
- Гистоны.** Эволюционно консервативные белки эукариот, связывающие ДНК; участвуют в формировании нуклеосомы, основной структурной единицы хроматина.
- Горячая точка.** Участок ДНК, в котором частота возникновения мутаций (или рекомбинаций) очень велика.
- G1.** Период клеточного цикла между последним митозом и началом репликации ДНК.
- G2.** Период клеточного цикла после окончания репликации ДНК и до начала следующего митоза.
- D-петля.** Область внутри митохондриальной ДНК, в которой небольшой участок РНК-праймера взаимодействует с одной из цепей ДНК, вытесняя исходную комплементарную цепь. Этот же термин используется при описании события, катализируемого RecA-белком, которое заключается в замене одной цепи в дуплексной ДНК другой одноцепочечной ДНК, захваченной извне.
- Двойная спираль.** Спираль, образованная двумя комплементарными антипараллельными цепями ДНК или РНК.
- Двунаправленная репликация.** Репликация, при которой две репликационные вилки движутся в противоположных направлениях от общего старта - oriC.
- Дезоксирибонуклеотиды.** Нуклеотиды, содержащие в качестве пентозного компонента 2'-дезокси-D-рибозу.

**Делеционная мутация.** Мутация, возникшая в результате утраты одного или большего числа нуклеотидов из гена.

**Денатурация ДНК или РНК.** Переход этих молекул из двухцепочечной формы в одноцепочечную; разделение цепей наиболее часто достигается нагреванием.

**ДНК-лигаза.** Фермент, катализирующий образование фосфодиэфирной связи между 3'-концом одного фрагмента ДНК и 5'-концом другого в условиях, когда оба фрагмента комплементарно спарены с цепью-матрицей.

**ДНК-полимераза.** Фермент, который катализирует протекающую в присутствии матрицы реакцию синтеза ДНК из предшественников - дезоксирибонуклеозид-5'-трифосфатов.

**ДНК-репликационная система.** Полный набор ферментов и специализированных белков, необходимых для репликации ДНК.

**Закрытая рамка считывания.** Содержит кодоны преждевременной терминации, не позволяющие иРНК транслироваться в белок.

**Изоакцепторные тРНК.** Молекулы тРНК, соответствующие одной и той же аминокислоте.

**Инвертированные повторы.** Две копии одной и той же последовательности в составе одной молекулы ДНК, находящиеся в противоположной ориентации. Прилежащие друг к другу инвертированные повторы образуют палиндром.

**Индуктор.** Небольшая молекула, включающая транскрипцию гена за счет связывания с регуляторным белком.

**Индукция.** Свойство клеток (бактериальных или дрожжевых) синтезировать определенные ферменты только при наличии соответствующих субстратов; применительно к экспрессии генов термин означает включение транскрипции в результате взаимодействия индуктора с регуляторным белком.

**Иницирующий кодон.** Триплет AUG, кодирующий первую аминокислоту в полипептидной цепи, которой у прокариот является N-формилметионин, а у эукариот - метионин.

**Интеграция.** Внедрение вирусной или иной последовательности ДНК в геном клетки-хозяина, приводящее к ковалент-



ному соединению с хозяйской последовательностью.

**Интрон.** Вставочная последовательность в гене; она транскрибируется, но вырезается до процесса трансляции.

**Катаболическая репрессия.** Ослабление экспрессии многих бактериальных оперонов, происходящее при добавлении глюкозы; вызывается уменьшением уровня циклического АМР в клетке и инактивацией вследствие этого регуляторного CAP-белка.

**Катящееся кольцо.** Способ репликации, при котором репликационная вилка совершает множество оборотов на циркулярной матрице; синтезирующаяся в каждом цикле цепь ДНК вытесняет цепь, синтезированную в предыдущем цикле, образуя хвост, состоящий из линейного набора последовательностей, комплементарных одноцепочечному матричному кольцу.

**кДНК (комплементарная ДНК).** ДНК синтезируемая обычно с помощью обратной транскриптазы и комплементарная данной мРНК; используется для клонирования ДНК.

**Кодирующая цепь.** Цепь ДНК, последовательность которой идентична иРНК.

**Комплементарная цепь.** Одна из цепей ДНК, используемая в качестве матрицы для синтеза РНК и комплементарная ей.

**Координированная регуляция.** Означает общий контроль экспрессии группы генов.

**Корепрессор.** Малая молекула, которая включает механизм репрессии транскрипции, связываясь с регуляторным белком.

**Кроссинговер.** Обмен материалом между гомологичными хромосомами, происходящий в процессе мейоза, и лежащий в основе генетической рекомбинации.

**Кэп.** Структура на 5'-конце эукариотических иРНК; образуется после транскрипции за счет присоединения 5'-конца гуанинового нуклеотида к 5'-концевому основанию иРНК. Эта структура может быть метилирована, по крайней мере, по той молекуле гуанина, которая присоединилась. «Кэп» имеет следующее строение  $-7\text{MeG}5'\text{ppp}5'\text{Np}\dots$

**Лидер.** Нетранслируемая последовательность, находящаяся на

5'-конце иРНК и предшествующая иницирующему кодону.

**Линкер.** Синтетический, короткий двухцепочный олигонуклеотид, содержащий сайты узнавания для ряда рестрикционных эндонуклеаз; может быть присоединен к концам фрагмента ДНК, полученного с помощью какой-либо другой рестриктирующей эндонуклеазы, в процессе реконструирования рекомбинантной ДНК.

**Линкерная ДНК.** ДНК нуклеосомы, выходящая за пределы кор-частицы длиной 146 пар нуклеотидов (т.е. за пределы минимальной нуклеосомы).

**«Липкие» концы.** Самокомплементарные одноцепочечные участки ДНК, выступающие на противоположных концах двухцепочечной молекулы; возникают в результате ступенчатых разрезов в двухцепочечных молекулах ДНК.

**Матрица.** Макромолекулярный шаблон для синтеза информационной макромолекулы. Матричная РНК (мРНК или иРНК). Класс молекул РНК, каждая из которых комплементарна одной цепи клеточной ДНК и служит для переноса генетической информации от хромосомы к рибосомам.

**Митоз.** Репликация хромосом в соматических клетках эукариот.

**Молчащие мутации.** Не изменяют продукта, кодируемого геном.

**Моноцистронные иРНК.** Кодировать один белок.

**Мутаген.** Химический агент, способный вызывать изменения в гене, т.е. мутацию.

**Мутации сдвига рамки.** Делеции или вставки, размеры которых не кратны трем основаниям, приводят к изменению рамки считывания при трансляции триплетов в белок.

**Мутация.** Наследуемое изменение в хромосоме.

**мяРНК (малая ядерная РНК).** Одна из многих маленьких РНК, содержащихся в ядре; принимает участие в сплайсинге.

**Нонсенс-кодон.** Кодон, который не кодирует ни одну из аминокислот, а указывает место окончания синтеза полипептидной цепи.

- Нуклеиновые кислоты.** Природные полинуклеотиды, в которых нуклеотидные остатки соединены между собой в определенной последовательности фосфодиэфирными связями.
- Нуклеозид.** Соединение, состоящее из пуринового или пиримидинового основания, ковалентно связанного с пентозой.
- Нуклеоид.** Ядерная зона в прокариотической клетке; она содержит хромосому, но не окружена мембраной.
- Нуклеосома.** Основная структурная единица хроматина, состоящая из ~200 нуклеотидных пар ДНК и октамера гистоновых белков.
- Нуклеотид.** Нуклеозид, фосфорилированный по одной из гидроксильных групп пентозы.
- Обратная транскриптаза.** Синтезируемая ретровирусами РНК-зависимая ДНК-полимераза, способная катализировать синтез ДНК, комплементарной РНК.
- Обратная транскрипция.** Синтез ДНК на матрице РНК; осуществляется ферментом обратной транскриптазой.
- Однонаправленная репликация.** Единственная репликационная вилка движется от определенной точки, называемой местом начала репликации.
- Оператор.** Область ДНК, которая взаимодействует с белком-репрессором, благодаря чему регулируется экспрессия гена или группы генов.
- Оперон.** Единица генетической экспрессии, состоящая из одного или нескольких связанных между собой генов, а также из промотора и оператора, которые регулируют их транскрипцию.
- Отстающая цепь.** Должна удлиняться в 3'→5'-направлении, поэтому синтезируется прерывисто в виде коротких фрагментов (5'→3'), которые затем ковалентно соединяются.
- Охра-кодон.** Триплет UAA, один из трех бессмысленных кодонов, вызывающих терминацию синтеза белка.
- Охра-мутация.** Изменение в ДНК, приводящее к появлению UAA-кодона в сайте, первоначально занятом другим кодоном.
- Охра-супрессор.** Ген, кодирующий мутантную тРНК, способ-

ную узнавать UAA-кодон, как смысловой, благодаря чему синтез белка может быть продолжен.

**Палиндром.** Последовательность ДНК, которая остается неизменной, если на одной из цепей ДНК ее читать слева направо, а на другой справа налево; состоит из прилежащих друг к другу инвертированных поворотов.

**Первичный транскрипт.** Первоначально синтезированная немодифицированная молекула РНК, соответствующая транскрипционной единице.

**Перемещающийся элемент (транспозон).** Фрагмент ДНК, который может менять свое положение в геноме.

**Плавнение ДНК.** Денатурация ДНК.

**Плазмида.** Внехромосомная независимо реплицирующаяся небольшая кольцевая молекула ДНК.

**Полиаденилирование.** Присоединение последовательности полиадениловой кислоты к 3'-концу эукариотической РНК после завершения ее синтеза.

**Полуконсервативная репликация.** Осуществляется за счет разделения цепей исходной двухцепочечной молекулы и последующего использования каждой из них в качестве матрицы для синтеза комплементарных цепей.

**Последовательность Шайна-Дальгарно.** Вся или только часть полипуриновой последовательности AGGAGG, находящейся на 5'-конце иРНК непосредственно перед иницирующим AUG-кодоном, комплементарная последовательности на 3'-конце 16S-рРНК; принимает участие в связывании рибосомы с иРНК.

**Праймер.** Короткая последовательность (часто это РНК), комплементарно взаимодействующая с одной из цепей ДНК; образует свободный 3'-ОН-конец, используя который ДНК-полимераза начинает синтез дезоксирибонуклеотидной цепи.

**Праймосома.** Комплекс белков, принимающих участие в иницировании синтеза фрагментов Оказаки в процессе прерывистой репликации ДНК; праймосома может перемещаться вдоль ДНК, участвуя в последующих актах инициации.

- Промотор.** Участок ДНК, с которым может связываться РНК-полимераза, инициируя тем самым транскрипцию.
- Профаг.** Фаговый геном, интегрированный в бактериальную хромосому.
- Рамка считывания.** Один из трех возможных способов считывания нуклеотидной последовательности в виде последовательного ряда триплетов.
- Реверсия мутации.** Замена в ДНК, которая или исправляет первоначальное повреждение (истинная реверсия) или компенсирует его (в результате вторичной мутации в данном гене).
- Регуляторный ген.** Ген, продукт которого принимает участие в регуляции экспрессии другого гена, например ген, кодирующий белок-репрессор.
- Рекомбинантная ДНК.** ДНК, образованная в результате соединения генов в новой комбинации.
- Рекомбинационная репарация.** Способ залечивания бреши в одной из цепей двухцепочечной ДНК за счет замещения участком гомологичной цепи из другой молекулы.
- Рекомбинация.** Соединение генов, группы генов или частей генов в результате биологического процесса или в ходе лабораторного манипулирования, приводящее к новым комбинациям генов.
- Ренатурация.** Реассоциация денатурированных комплементарных цепей ДНК с образованием двухцепочечной молекулы.
- Рентгеноструктурный анализ (РСА).** Использование метода дифракции рентгеновских лучей на кристаллах исследуемого соединения для определения его трехмерной структуры.
- Репликационная вилка.** Точка, в которой цепи родительской двухцепочечной ДНК расходятся для того, чтобы могла произойти репликация.
- Репликация.** Синтез дочерней молекулы двухцепочечной ДНК, идентичной родительской двухцепочечной ДНК.
- Репликон.** Единица генома, способная к автономной репликации ДНК; содержит точку инициации репликации.

- Репрессибельный фермент.** Фермент, синтез которого ингибируется в том случае, если продукт катализируемой им реакции легко доступен бактериальной клетке.
- Репрессия.** Ингибирование транскрипции (или трансляции) за счет связывания белка-репрессора со специфическим сайтом на ДНК(или иРНК).
- Репрессор.** Белок, который связывается с регуляторной последовательностью (оператором) гена и блокирует его транскрипцию.
- Рестриктирующие эндонуклеазы.** Эндонуклеазы, узнающие специфическую нуклеотидную последовательность и вызывающие расщепление обеих цепей ДНК в сайтах, которые определяются нуклеотидными последовательностями, обладающими симметрией второго порядка относительно центра. Эти ферменты являются важным инструментом генетической инженерии.
- Ретровирус.** РНК-содержащий вирус, в состав которого входит обратная транскриптаза, т.е. РНК-зависимая ДНК-полимераза.
- Рилизинг-факторы (факторы терминации).** Входящие в состав цитозоля факторы белковой природы, необходимые для высвобождения готовой полипептидной цепи из рибосомы.
- Р-петля.** Структура, образующаяся при гибридизации РНК с комплементарной цепью двухцепочечной ДНК; при этом происходит вытеснение исходной цепи ДНК в виде петли, расположенной в области гибридизации.
- ρ-фактор.** Белок, помогающий РНК-полимеразе прекращать транскрипцию в определенных (ρ -зависимых) сайтах.
- Сайт-специфическая рекомбинация.** Происходит между двумя определенными (не обязательно гомологичными) последовательностями, например, наблюдается при интеграции и исключении фага или при разрешении коинтегратных структур в процессе транспозиции.
- Сателлитная ДНК.** Высокоповторяющиеся нетранслируемые участки ДНК в эукариотических клетках.

- Сдвиг рамки.** Мутация, которая обусловлена вставкой или потерей одной или нескольких пар нуклеотидов; приводит к смещению рамки считывания кодонов при биосинтезе белка, в результате чего образующийся белок, начиная с кодона, подвергнувшегося изменению, имеет искаженную аминокислотную последовательность.
- Сплайсинг.** Процесс удаления интронов и объединения экзонов в иРНК.
- Стартовая точка (иницирующий сайт).** Обозначает участок ДНК, соответствующий первому основанию, включающемуся в РНК.
- Стебель.** Двухцепочечный участок шпильки, образованный спаренными основаниями.
- Структурный ген.** Ген, кодирующий белки и РНК.
- ТАТА-последовательность (блок Хогнесса).** А-Т-богатая семичленная последовательность, находящаяся на расстоянии около 25 пар нуклеотидов перед стартовой точкой каждой транскрипционной единицы, транскрибируемой РНК-полимеразой II; вероятно, необходима для такого расположения фермента, при котором он может осуществлять правильную инициацию.
- Температура плавления (Тпл).** Соответствует среднему значению температурного интервала, в пределах которого происходит плавление ДНК.
- Терминирующая последовательность.** Последовательность ДНК, которая находится на конце транскрипционной единицы и служит сигналом окончания транскрипции.
- Терминирующие кодоны.** Три кодона UAA, UAG и UGA, которые служат сигналами окончания синтеза полипептидной цепи.
- Топоизомеразы.** Ферменты, способные осуществлять положительное или отрицательное сверхскручивание колец двухцепочечной ДНК.
- Точка начала репликации (ori).** Последовательность ДНК, в которой происходит инициация репликации.
- Трансверсия.** Мутация, в результате которой пурин замещается

пиримидином, или же наоборот.

**Трансдукция.** Перенос генетического материала из одной клетки в другую с помощью вирусного вектора.

**Транскрипционный контроль.** Регуляция белкового синтеза при помощи регуляции образования мРНК.

**Транскрипция.** Ферментативный процесс, при котором генетическая информация, содержащаяся в одной цепи ДНК, используется для синтеза комплементарной нуклеотидной последовательности в цепи мРНК.

**Транслоказа.** Фермент, вызывающий какое-либо движение, например перемещение рибосомы вдоль мРНК.

**Трансляционный контроль.** Регуляция синтеза белка за счет изменения скорости его трансляции в рибосоме.

**Трансляция.** Процесс, при котором генетическая информация, содержащаяся в молекуле мРНК, направляет синтез соответствующей аминокислотной последовательности в белке.

**Транспозаза.** Фермент, участвующий в интеграции транспозона в новый сайт.

**Транспозиция.** Перемещение гена или группы генов из одного места генома в другое.

**Транспозон.** Последовательность ДНК, способная реплицироваться и внедрять одну из копий в новое место генома.

**Транспортная РНК (тРНК).** Класс молекул РНК (мол. масса 25000-30000), каждая из которых на первом этапе белкового синтеза ковалентно соединяется со специфической аминокислотой.

**Усилители транскрипции (enhancer).** Участки ДНК, усиливающие транскрипцию с ряда эукариотических промоторов, находящихся по отношению к ним в цис-положении. Эти элементы оказывают свое действие независимо от того, с какой стороны промотора они располагаются.

**Факторы инициации (IF).** Белки, которые специфически связываются с малой субчастицей рибосомы на стадии инициации белкового синтеза.

**Факторы элонгации (EF).** Белки, циклично ассоциирующие с рибосомой в соответствии с включением каждой новой ами-



нокислоты в полипептидную цепь.

**Фрагменты Оказаки.** Короткие фрагменты ДНК длиной 1000-2000 оснований; образуются в результате прерывистой репликации; впоследствии ковалентно соединяются в непрерывную цепь.

**Химерная ДНК.** Рекомбинантная ДНК, содержащая гены из двух разных видов организмов.

**Хроматин.** Нитевидный комплекс ДНК, гистонов и других белков, составляющий основу эукариотических хромосом.

**Хромосома.** Одна большая молекула ДНК, содержащая ряд генов и выполняющая функцию хранения и передачи генетической информации.

**Центральная догма.** Основополагающий принцип биохимической генетики, согласно которому генетическая информация передается от ДНК к РНК и далее к белкам.

**Цистрон.** Генетическая единица, выявляемая путем комплементарного теста; эквивалентна гену и означает единицу ДНК, кодирующую белок.

**Цитоплазматическое наследование.** Характерно для признаков, определяемых митохондриальными генами, и генами, локализованными в хлоропластах (или в любых других оргanelлах).

**Шпилька.** Представляет собой двухцепочечную область, образующуюся за счет спаривания оснований между соседними (инвертированными) комплементарными последовательностями в одноцепочечной РНК или ДНК.

**Экзон.** Участок эукариотического гена, транскрипт которого оказывается в зрелой мРНК; он кодирует определенный участок полипептидной цепи белка.

**Экзонуклеаза.** Фермент, гидролизующий только концевую фосфодиэфирную связь нуклеиновой кислоты.

**Эндонуклеаза.** Фермент, способный гидролизовать внутренние фосфодиэфирные связи в нуклеиновых кислотах.

**Эндоплазматический ретикулум.** Обширная система двойных мембран в цитоплазме эукариотических клеток; она окружает секреторные каналы и часто усеяна рибосомами.

**Эукариоты.** Организмы, клетки которых содержат окруженное мембраной ядро с множественными хромосомами и внутриклеточные органеллы.

**Ядро.** Органелла эукариотической клетки, окруженная мембраной и содержащая хромосомы.

### VIII. Рекомендуемая литература

#### Основная литература

1. Коничев, А.С., Севастьянова, Г.А. Молекулярная биология/ А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2005.-400с.
2. Бокуть, С.Б. Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации / С.Б. Бокуть, Н.В. Герасимович, А.А. Милютин.- Мн.: Высшая шк., 2005.- 463с.
3. Беясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология / Н.А. Беясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. - 415с.

#### Дополнительная литература

4. Степанов, В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков / В.М. Степанов. - М.: Высшая шк., 1996. – 335 с.
5. Структура и функция нуклеиновых кислот/под ред. А.С. Спирина.– М.: Высшая шк., 1990. – 303 с.
6. Спирин, А.С. Структура рибосом и биосинтез белка / А.С. Спирин. – М.: Высшая шк., 1986.
7. Албертс, Б. Молекулярная биология клетки: в 3 т. / Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис– М.: Мир, 1994.
8. Филлипович Ю.Б. Биохимические основы жизнедеятельности человека / Ю.Б. Филлипович, А.С. Коничев., Г.А. Севастьянова, Н.М. Кутузова – М.: Владос, 2005.- 407с.
9. Основы биохимии / под ред. А.А. Анисимова.– М.: Высшая шк., 1986. – 551 с.
10. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А. Овчинников.- М.: Просвещение, 1987.- 815с.
11. Биохимия / Под ред. акад. Е.С. Северина.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.- 768с.
12. Современное естествознание. В 10т. Т.8: молекулярные основы биологических процессов: энциклопедия / Гл. ред. В.Н. Сойфер; ред. т. Ю.А. Владимиров. – М.: ИД Магистр – Пресс, 2000.- 408 с.

13. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём. – М.: Мир, 2000. - 469с.
14. Ленинджер, А. Основы биохимии: в 3 т. / А. Ленинджер. - М.: Мир, 1985.
15. Комов, В.П. Биохимия / В.П. Комов, В.Н.Шведова.– М.: Дрофа, 2004.-639с.
16. Страйер, Л. Биохимия: в 3 т. / Л .Страйер. - М.: Мир, 1985.
17. Коничев, А.С. Биохимия и молекулярная биология: словарь терминов / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова.- М.: Дрофа, 2008.-359с.

Таблица 5

*Методические указания  
по самостоятельной работе студентов*

Темы модулей	Основные вопросы	Номера учебных и методических пособий	Часы	Формы Отчетности
<p>Тема 1: Введение. Химия нуклеиновых кислот</p>	<p>Методы молекулярной биологии. Важнейшие достижения. Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи. Химический состав нуклеиновых кислот (пиримидиновые и пуриновые основания, углеводные компоненты). Понятие о нуклеозидах и нуклеотидах. Мононуклеотиды - структурные элементы нуклеиновых кислот. Различия между ДНК и РНК. Нуклеотидный состав ДНК, правила Е. Чаргаффа.</p>	<p>1.с.10-19, 73-99. 2.с.68-105. 3.с. 10-22.</p>	8	<p>1. Опрос на занятиях. 2. Зачет.</p>
<p>Тема 2: Структурная организация нук-</p>	<p>Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК и РНК, химический синтез генов. Основы ге-</p>	<p>1.с.115-203, 351-392. 2.с.46-106,392-</p>	30	<p>1. Опрос на занятиях. 2. Зачет.</p>

<p>леиновых кислот и её практическое использование.</p>	<p>нетической инженерии: рестрикционный анализ, клонирование, гибридизация. Создание искусственных генетических программ. Рекомбинантные ДНК. Гомеозисные гены. Неядерные геномы. ДНК митохондрий и хлоропластов. ДНК-содержащие вирусы и фаги. Банки нуклеотидных последовательностей, программа «Геном человека». Геномная дактилоскопия. Генетически детерминированные болезни. Подвижные генетические элементы и эволюция геномов.</p>	<p>435. 3.с. 22-63, 331-378.</p>		
<p>Тема 3: Биогенез нуклеиновых кислот.</p>	<p>Различные ДНК и их репликация. Теломерные последовательности ДНК. Повреждение и репарация ДНК. Транскрипция. Синтез тРНК и рРНК. Процессинг и сплайсинг. РНК-содержащие вирусы. Молекулярные основы канцерогенеза. Онкогены.</p>	<p>1. с.173-175, 204-295, 329-342. 2.с.108-152,155-197, 199-283, 285-321. 3.с. 22-78. 11.с. 708-734.</p>	<p>20</p>	<p>1. Опрос на занятиях. 2. Зачет.</p>

Тема 4: Внутри- клеточ- ный син- тез бел- ков и его регуляция	Межмолекулярные взаимодействия и их роль в функционировании живых систем. Молекулярные основы эволюции, дифференцировки развития и старения. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла. Программируемая клеточная гибель.	<b>1.</b> с.343-350. <b>2.</b> с. 285-321.	20	1. Опрос на занятиях. 2. Зачет.
Тема5: Внекле- точный синтез белков.	Связь структуры и функции белков. Белковая инженерия.	<b>1.</b> с.30-71, 379-392. <b>15.</b> с. 507-508.	10	1. Опрос на занятиях. 2. Зачет.

## *Вопросы для подготовки к зачету*

1. Методы молекулярной биологии и её важнейшие достижения.
2. Теоретические и практические задачи современной молекулярной биологии.
3. Химический состав нуклеиновых кислот: характеристика азотистых оснований и углеводов. Нуклеозиды и нуклеотиды.
4. Различия между ДНК и РНК по составу главных и минорных оснований, характеру углевода, строению, молекулярной массе, локализации в клетке и функциям.
5. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Первичная структура. Правила Е. Чаргаффа.
6. Определение нуклеотидной последовательности ДНК и РНК.
7. Вторичная структура ДНК и силы ее стабилизирующие.
8. Полиморфизм двойной спирали ДНК.
9. Третичная структура ДНК. Структура хроматина ядра и хромосомы.
10. Структура геномов про- и эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены. Сателлитная ДНК.
11. РНК, их классификация и биологическая роль.
12. т-РНК: особенности первичной и вторичной структуры. Функциональное значение участков т-РНК. Третичная структура т-РНК.
13. Виды р-РНК и их функции. Роль р-РНК в структурной организации рибосом.
14. Характеристика и-РНК. Генетический код и его свойства. Особенности бактериальных и-РНК и и-РНК высших организмов.
15. Основы генетической инженерии: рестрикционный анализ, клонирование, гибридизация.
16. Задачи и перспективы генетической инженерии. Создание искусственных генетических программ. Схема молекулярного клонирования.



17. Программа «Геном человека». Геномная дактилоскопия. Генетически детерминируемые болезни.
18. Репликация ДНК и её регуляция.
19. Повреждение и репарация ДНК. Мутации.
20. Генетическая рекомбинация.
21. Центральная догма молекулярной биологии и её реализация в живой природе.
22. Общее представление о биосинтезе РНК. Транскрипция у прокариот и её регуляция.
23. Транскрипция у эукариот. Рибозимы. Регуляция.
24. Обратная транскрипция. РНК-содержащие вирусы.
25. Молекулярные основы канцерогенеза. Онкогены.
26. Матричная теория биосинтеза белков. Подготовительные процессы, предшествующие сборке полипептидной цепи в рибосоме.
27. Трансляция. Этапы трансляции.
28. Регуляция трансляции.
29. Связь структуры и функции белков. Фолдинг полипептидной цепи.
30. Белковая инженерия. Внеклеточный синтез белков.
31. Молекулярные основы эволюции, развития и старения.
32. Программируемая клеточная гибель (апоптоз).

Учебное издание

# **МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ**

Учебно-методический комплекс

**Составитель –  
Ляшевская Надежда Викторовна**

**Подписано в печать 13.01.2009. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Печ. л. – 00. Заказ № 00. Тираж 00 экз.**

**РИО Горно-Алтайского госуниверситета,  
649000, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, д. 1**

**Отпечатано полиграфическим отделом  
Горно-Алтайского госуниверситета,  
649000 г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1**