

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию
Учебно-методическое объединение по экологическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

И. В. Жук
И. В. Жук

30



Регистрационный № ТД- В.419 /тип.

Молекулярная биология

Типовая учебная программа

для учреждений высшего образования по специальностям:

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

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественно-
научному образованию

А. П. Толстик
А. П. Толстик

30 05 2011 г.



СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

С. И. Романюк
С. И. Романюк

30 05 2012 г.

Председатель Учебно-методического
объединения по экологическому
образованию

С. П. Кундас
С. П. Кундас

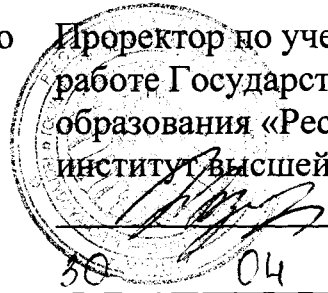
30 05 2011 г.



Проректор по учебной и воспитательной
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

В. И. Шупляк
В. И. Шупляк

30 04 2012 г.



Эксперт-нормоконтролер

С. М. Артемьева
С. М. Артемьева

30 04 2012 г.

Минск 2012

Н. В. Семенек
Н. В. Семенек

СОСТАВИТЕЛИ:

Евгений Артурович Николайчик, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Анатолий Николаевич Евтушенков, заведующий кафедрой молекулярной биологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор;

Юрий Константинович Фомичев, профессор кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, доктор медицинских наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра биотехнологии и биоэкологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Александр Петрович Ермишин, заведующий лабораторией генетики картофеля Государственного научного учреждения «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой молекулярной биологии Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 28 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 30 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 12 от 11 октября 2011 г.);

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 2 от 17 октября 2011 г.)

Ответственный за редакцию: Евгений Артурович Николайчик

Ответственный за выпуск: Евгений Артурович Николайчик

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Молекулярная биология» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)». Она также может быть использована для студентов специальности 1-33 01 01 «Биоэкология», поскольку входит в вузовский компонент цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин учебных планов по указанной специальности.

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 «Биохимия», «Генетика» и «Микробиология» 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.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, практических занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;
- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на практических занятиях;
- рейтинговая система оценки знаний.

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

Теоретические положения лекционного курса развиваются и закрепляются на практических занятиях. 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 рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

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 кур-

са. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование накопительной рейтинговой системы.

Программа рассчитана максимально на 152 часа, в том числе 52 часа аудиторных: 36 – лекционных и 16 – практических занятий.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ тем	Наименование тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Практические занятия
1	Организация геномов	2	2	-
2	Репликация ДНК	6	4	2
3	Репарация и рекомбинация ДНК	8	6	2
4	Транскрипция	6	4	2
5	Процессинг РНК	6	4	2
6	Трансляция	8	6	2
7	Фолдинг и деградация белков	4	2	2
8	Транспорт белков	4	2	2
9	Сенсорные процессы и внутриклеточная регуляция	6	4	2
10	Молекулярная биология онтогенеза	2	2	-
ИТОГО:		52	36	16

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 повто-

ряющихся 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. Репликоны 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 λ .

Транспозиция. Основные типы мобильных генетических элементов про- и эукариот: структура, гены и их продукты. Молекулярный механизм транспозиции по репликативному и консервативному механизмам. Минитранспозоны. 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 σ -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, РНКазы 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). мяРНК и мяРНК-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, фактосвязывающий 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 убиквитинилирования белков эукариот.

8. ТРАНСПОРТ БЕЛКОВ

Секреция белков у прокариот: Sec-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 (гемеодомен, «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 β -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.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *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.*
2. *Бокуть С.Б. Молекулярная биология / С.Б. Бокуть, Н.В. Герасимович, А.А. Милютин. – Минск. Выш.шк., 2005. – 463 с.*
3. *Овчинников Л.П. Что и как закодировано в мРНК // Соросовский образовательный журнал. 1998. т.4,№11 С.10-18*
4. *Спирин А.С. Принципы структуры рибосом // Соросовский образовательный журнал. 1998. т.4,№11 С.65-70*
5. *Спирин А.С. Принципы функционирования рибосом // Соросовский образовательный журнал. 1998. т.4,№4 С.2-9*
6. *Спирин А.С. Биосинтез белка: Инициация трансляции // Соросовский образовательный журнал. 1999. т.5,№5 С.2-7*
7. *Спирин А.С. Биосинтез белка: Элонгация полипептида и терминация трансляции // Соросовский образовательный журнал. 1999. т.5,№6 С.2-7*
8. *Спирин А.С. Биосинтез белка: Регуляция на уровне трансляции // Соросовский образовательный журнал. 2000. т.6,№5 С.2-7*
9. *Энтелис Н.С. Аминоацил-тРНК-синтетазы: два класса ферментов // Соросовский образовательный журнал. 1998. т.4,№9 С.14-21*
10. *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*
11. *Овчинников Л.П. Что и как закодировано в мРНК // Соросовский образовательный журнал. 1998. т.4,№11 С.10-18*
12. *Ратнер 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 / В.Н. Сойфер // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – No 8. – С. 4 – 13.

Д о п о л н и т е л ь н а я :

1. *Krebs J.E.* Genes X / J.E. Krebs, E.S. Goldstein, S.T. Kilpatrick. 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. Bretscher, H. Ploegh, P. Matsudaira. New York: W.H. Freeman & Company. 2008.
4. *Nelson D.L.* Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth 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. – No 33 (6). – С. 941 – 957.
9. *Дымищ 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 / В.А.Гвоздев//Соросовскийобразовательныйжурнал.–1996.–No12.–С.11–18.
12. *Гвоздев В.А.* Регуляция активности генов, обусловленная химической модификацией (метилованием) ДНК / В.А. Гвоздев // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – No 10. – С. 11 – 17.
13. *Гвоздев В.А.* Механизмы регуляции активности генов в процессе транскрипции / В.А. Гвоздев // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – No 1. – С. 23 – 31.
14. *Гвоздев В.А.* Подвижная ДНК эукариот. Часть 1. Структура, механизмы действия и роль подвижных элементов в поддержании целостности

- хромо-сом / В.А. Гвоздев // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №8. – С. 8 – 14.
15. *Гвоздев В.А.* Подвижная ДНК эукариот. Часть 2. Роль в регуляции активности генов и эволюции генома / В.А. Гвоздев // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №8. – С. 15 – 21.
16. *Глазер В.М.* Генетическая рекомбинация без гомологии: процессы, ведущие к перестройкам в геноме / В.М. Глазер // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 7. – С. 22 – 29.
17. *Глазер В.М.* Гомологичная генетическая рекомбинация / В.М. Глазер // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №7. – С. 13 – 21.
18. *Глазер В.М.* Запрограммированные перестройки генетического материала в онтогенезе / В.М. Глазер // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 8. – С. 22 – 29.
19. *Жимулев И.Ф.* Современные представления о структуре гена эукариот / И.Ф. Жимулев // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – № 7. – С. 17 – 24.
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

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Баллы	Показатели оценки
1	2
1 (один)	Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий

1	2
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях, допустимый уровень исполнения заданий
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
6 (шесть)	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные

	<p>выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>8 (восемь)</p>	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>9 (девять)</p>	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>

1	2
10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовыми учебными планами направлений специальности 1-31 01 01 «Биология» (научно-производственная деятельность и научно-педагогическая деятельность), а также учебным планом специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

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