

Белорусский государственный университет



« 30 » июля 2015 г.

Регистрационный № УД - 806 /уч.

Векторные системы

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

1-31 01 01 Биология (по направлениям)
направления специальности

1-31 01 01-03 Биология (биотехнология);

1-31 01 03 Микробиология

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013, ОСВО 1-31 01 03-2013, типовой учебной программы ВЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ, № ТД-Г. 523/тип. 2013 г. и учебных планов УВО № G31-129/уч. 2013 г., № G31-131/уч. 2013 г., № G31з-156/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Марина Алексеевна Титок, профессор кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 33 от 23 июня 2015 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 29 июня 2015 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа УВО по учебной дисциплине «Векторные системы» разработана в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени по специальностям 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» и 1-31 01 03 «Микробиология».

В основе молекулярного клонирования лежит встраивание нужного фрагмента ДНК (вставки) в другую молекулу ДНК (вектор), которая способна реплицироваться в соответствующей клетке-хозяине. Предметом данной дисциплины является характеристика свойств векторных систем различного типа, применяемых для клонирования в про- и эукариотических клетках. Успех любой генно-инженерной работы в первую очередь определяется правильным выбором вектора, на основе которого будет строиться рекомбинантная конструкция. В этом смысле для биотехнолога либо микробиолога, работающего над созданием штаммов-продуцентов методом молекулярного клонирования, ключевым моментом являются знания о типах векторов, принципах их конструирования и применения. Курс «Векторные системы» связан со многими биологическими дисциплинами – «Генетика», «Генная инженерия», «Вирусология», «Введение в биотехнологию» и др.

Цель учебной дисциплины – рассмотреть основные принципы технологии рекомбинантных ДНК с использованием векторных систем.

Задачи учебной дисциплины:

- 1) показать особенности организации внехромосомных генетических элементов, используемых для молекулярного клонирования;
- 2) показать особенности организации структурных и регуляторных детерминант про- и эукариотических организмов;
- 3) рассмотреть типы векторных систем для молекулярного клонирования в клетках про- и эукариот.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- принципы технологии рекомбинантных молекул ДНК;
- особенности организации внехромосомных генетических элементов, используемых для молекулярного клонирования;
- особенности организации структурных и регуляторных детерминант про- и эукариотических организмов;
- типы векторных систем для молекулярного клонирования в клетках про- и эукариот;
- способы введения рекомбинантных молекул ДНК в клетки про- и эукариот;
- основные достижения в области биотехнологии, полученные с использованием технологии рекомбинантной ДНК;

уметь:

- использовать принципы и подходы для создания рекомбинантных молекул ДНК;

– правильно осуществлять выбор векторной системы для молекулярного клонирования;

– конструировать векторные молекулы ДНК, учитывая особенности организации структурных и регуляторных детерминант про- и эукариотических организмов;

владеть:

– основными принципами и подходами, использующимися при создании рекомбинантных молекул ДНК;

– основными методами генетической инженерии.

Изучение учебной дисциплины «Векторные системы» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей, заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Проводить патентную работу, составлять патентные заявки.

ПК-10. Организовывать работу по обоснованию целесообразности научных проектов и исследований.

ПК-11. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

ПК-12. Использовать специальную аппаратуру, оборудование, приборы и технические средства для осуществления производственной деятельности.

ПК-13. Обеспечивать технологическую эксплуатацию микробиологического производства.

ПК-14. Разрабатывать планы мероприятий повышения эффективности и экологической безопасности микробиологического производства.

ПК-18. Владеть информацией о производствах, основанных на использовании микробиологических объектов в Республике Беларусь, странах ближнего и дальнего зарубежья, и использовать ее в производственной деятельности.

В соответствии с учебными планами дневной формы получения образования программа рассчитана на 108 часов, из них аудиторных 46 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 26 часов, лабораторные занятия – 16 часов, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 4 часа.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования программа рассчитана на 108 часов, из них аудиторных 14 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 10 часов, практические занятия – 4 часа.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Принципы и понятия технологии рекомбинантных молекул. Основные открытия молекулярной биологии, обосновавшие возможность конструирования рекомбинантных молекул. Матричные процессы. Репликон и типы репликации ДНК. Стабильность наследования генетических структур. Механизмы реализации генетической информации. Молекулярное клонирование как способ исследования структурной организации генетических элементов и систем экспрессии чужеродной генетической информации. Понятие вектора. Характеристика основных генетических элементов про- и эукариотических клеток, претендующих на роль векторов. Общие свойства клонирующих векторов. Принципы клонирования ДНК *in vivo* и *in vitro*.

II. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОМБИНАНТНОЙ ДНК

Проблема фрагментации ДНК. Рестрикционные нуклеазы и их характеристика. Сайты узнавания и рестрикционные карты генетических структур. Способы объединения фрагментов ДНК. ДНК-лигазы. ДНК-полимераза. Обратная транскриптаза. Концевая трансфераза и ее применение при создании рекомбинантных молекул.

Векторные молекулы ДНК. Развитие представлений о векторных молекулах.

Введение молекул ДНК в клетки. Трансформация, электропорация. Основные требования к клеткам-хозяевам рекомбинантных молекул.

III. ВЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ БАКТЕРИЙ

Внехромосомные генетические элементы грамотрицательных бактерий. Понятие о селекции и разрешающей способности эксперимента. Структурно-генетическая организация полового фактора. Мини-репликон. Образование рекомбинантных молекул *in vivo* и фрагментация генома *E.coli* на F'-плазмидах.

Плазмиды бактерий и их общие свойства. Сегрегационная и структурная нестабильность плазмид. Классификация плазмид. Плазмиды бактериоциногенности и лекарственной устойчивости бактерий. Принцип модульной организации плазмид. Мигрирующие элементы и конструирование векторов для клонирования хромосомных генов бактерий *in vivo*. Применение плазмиды pYLB113 для анализа геномов грамотрицательных бактерий.

Трансдуцирующие бактериофаги. Организация генома бактериофага лямбда. Общая и генерализованная трансдукция. Создание линий специфически трансдуцирующих бактериофагов. Фрагментация генома *E.coli* в фаговом геноме.

Природные плазмидные векторы грамотрицательных бактерий для клонирования в системе *in vitro*. Организация, преимущества и недостатки плазмиды лекарственной устойчивости pSC101 и фактора колициногенности – ColE при использовании в качестве векторов *E.coli*. Критерии, используемые при конструировании плазмидных векторов. Конструирование и структура «искусственных» векторов. Плазмиды pRSF2124 и pMB9 – первые искусственные векторы. Создание плазмиды pBR322. Характеристики pBR322, ее преимущества и недостатки. Другие распространенные клонирующие плазмиды для грамотрицательных бактерий.

Свойства бактериофага лямбда как универсальной системы для клонирования *in vivo* и *in vitro*. Структурно-генетическая организация и биология фага лямбда. Репликация ДНК бактериофага лямбда. Молекулярные векторы на основе генома бактериофага лямбда. Векторы внедрения и векторы замещения. Клонирование емкости вектора. Космиды. Фазмиды. Конструирование библиотек и клонотек.

Нитевидные фаги в качестве клонирующих векторов. Структура вириона и инфекционный цикл. Конструкция и использование векторов на основе нитевидных фагов. Применение векторов на основе фагов.

Гибридные векторы на основе фага и плазмиды. Основные клонирующие фазмидные векторы.

Специализированные клонирующие векторы для грамотрицательных бактерий. Векторы прямого отбора. Векторы для клонирования промоторов и терминаторов. Векторы, предназначенные для изучения регуляции экспрессии генов. Векторы с регулируемой копийностью.

Введение экзогенной ДНК в клетки грамположительных бактерий. Векторы для *Bacillus*. Проблемы плазмидных векторов. Стабильность векторов. Векторы на основе бактериофагов. Челночные векторы.

IV. ВЕКТОРЫ ДЛЯ КЛОНИРОВАНИЯ В ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ КЛЕТКАХ

Генетическая организация дрожжей. Внехромосомные элементы сахаромицетов. Введение ДНК в дрожжевые клетки. Векторы для дрожжевых клеток. Требования к вектору. Последовательности, обеспечивающие отбор и размножение в дрожжах и бактериях. Селективные маркеры дрожжей. Принципы клонирования. Номенклатура дрожжевых векторов и сайты инициации репликации. Линейные векторы.

Введение молекул ДНК в клетки млекопитающих. Вирусы, плазмиды, фрагменты ДНК. Векторы экспрессии млекопитающих. Требования к векторам экспрессии млекопитающих. Организация генома вируса SV40. Векторы на основе вируса SV40. Основные проблемы при конструировании векторов млекопитающих.

Векторы для клонирования в растениях. Молекулярная биология Ti-плазмиды *Agrobacterium tumefaciens*. Структура T-ДНК. Использование Ti-плазмиды в качестве векторов для создания трансгенных растений. Бинарные системы. Вирусы как векторы для растений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	ВВЕДЕНИЕ							
1	Введение. Генетическая инженерия в природе Горизонтальный перенос генов в природе как способ образования организмов с новыми свойствами. Достижения молекулярной биологии, лежащие в основе создания генно-инженерных конструкций. Основные свойства молекулы ДНК, обеспечивающие ее стабильное поддержание и реализацию наследственной информации в ряду поколений. Молекулярное клонирование как способ изучения структурной и функциональной организации генетической информации. Понятие вектора. Отличительные особенности векторных систем, пригодных для молекулярного клонирования. Принципы конструирования генно-модифицированных организмов.	2						
	ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОМБИНАНТНОЙ ДНК							
2	Ферменты генетической инженерии Основные характеристики ферментов, использующихся для создания рекомбинантных ДНК. Типы и характеристики систем рестрикции-модификации	2			2			

3	Другие ферменты генетической инженерии (лигазы, полимеразы, обратные транскриптазы, нуклеазы, фосфотазы и некоторые другие)	2			2			
4	Методы генетической инженерии Рестрикция, полимеразная цепная реакция, химический синтез как способы изоляции генов про- и эукариот. Основные характеристики векторных систем. Понятие минимального репликона. Селективные маркеры, полилинкеры.	2			4			
	ВЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ БАКТЕРИЙ							
5	Внехромосомные генетические элементы грамотрицательных бактерий. Характерные особенности организации и плазмидных репликонов. Критерии, используемые при конструировании плазмидных векторов. Конструирование и структура векторов. Организация, примеры.	4			4			
6	Бактериофаги. Векторные системы на основе нитевидных фагов. Особенности организации, сфера использования. Свойства бактериофага лямбда как универсальной системы для клонирования <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> . Структурно-генетическая организация и биология фага лямбда. Молекулярные векторы на основе генома бактериофага лямбда. Векторы внедрения и векторы замещения. Клонирование емкости вектора. Космиды. Фазмиды. Конструирование библиотек и клонотек.	4						
7	Отличительные особенности плазмид грамположительных бактерий, используемых в качестве основы для создания векторных систем. Недостатки векторов, созданных на основе плазмид реплицирующихся в соответствии с механизмом «разматывающегося рулона».	2						

8	Отличительные особенности плазмид грамположительных бактерий, используемых в качестве основы для создания векторных систем. Недостатки векторов, созданных на основе плазмид реплицирующихся в соответствии с механизмом «разматывающегося рулона».	2			4		2	Письменная контрольная работа
	ВЕКТОРЫ ДЛЯ КЛОНИРОВАНИЯ В ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ КЛЕТКАХ							
9	Векторные системы дрожжей Генетическая организация внехромосомных генетических элементов дрожжей. Особенности организации векторных систем для молекулярного клонирования в клетках дрожжей (минимальные репликоны, селективные маркеры). Типы уни- и бирепликонных векторов. Введение ДНК в дрожжевые клетки	2						
10	Векторные системы растений Векторы для клонирования в растениях. Особенности молекулярной организации Ti-плазмид. Принцип создания векторов на основе Ti-плазмид (уни- и бирепликонные вектора). Особенности организации регуляторных элементов, обеспечивающих экспрессию чужеродного материала в клетках растений. Методы введения векторов в клетки растений. Трансгенные растения, достижения и перспективы.	2						
11	Векторные системы животных Особенности организации вирусов и ретровирусов. Организация вируса SV40, векторные системы, созданные на его основе. Вектора на основе ретровирусов, особенности организации, сферы использования. Экспрессионные вектора, особенности организации регуляторных последовательностей. Селективные маркеры. Введение молекул ДНК в клетки млекопитающих.	2					2	Письменная контрольная работа

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	ВВЕДЕНИЕ							
1	Введение. Молекулярное клонирование как способ изучения структурной и функциональной организации генетической информации. Понятие вектора. Отличительные особенности векторных систем, пригодных для молекулярного клонирования. Принципы конструирования генно-модифицированных организмов.	1						
	ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОМБИНАНТНОЙ ДНК							
2	Основные характеристики ферментов, использующихся для создания рекомбинантных ДНК. Ферментов генетической инженерии (рестриктазы, лигазы, полимеразы, обратные транскриптазы, нуклеазы, фосфотазы и некоторые другие).	1,5	2		2			
3	Рестрикция, полимеразная цепная реакция, химический синтез как способы изоляции генов про- и эукариот. Основные характеристики векторных систем. Понятие минимального репликона. Селективные маркеры, полилинкеры.	1,5			2			

	ВЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ БАКТЕРИЙ				4			
4	Внехромосомные генетические элементы грамотрицательных и грамположительных бактерий. Критерии, используемые при конструировании плазмидных векторов. Конструирование и структура векторов. Организация, примеры.	1	2					
5	Векторные системы на основе бактериофагов. Векторы внедрения и векторы замещения. Клонированная емкость вектора. Космиды. Фазмиды. Конструирование библиотек и клонотек.	1			4			
6	Способы введения векторных молекул в клетки грамотрицательных и грамположительных бактерий (мобилизация, трансформация, трансфекция, электропорация).	1						
	ВЕКТОРЫ ДЛЯ КЛОНИРОВАНИЯ В ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ КЛЕТКАХ							
7	Векторные системы дрожжей Генетическая организация внехромосомных генетических элементов дрожжей. Типы уни- и бирепликонных векторов. Введение ДНК в дрожжевые клетки.	1			4		2	Письменная контрольная работа
8	Векторные системы растений Векторы для клонирования в растениях. Особенности молекулярной организации Ti-плазмид. Принцип создания векторов на основе Ti-плазмид (уни- и бирепликонные вектора). Особенности организации регуляторных элементов, обеспечивающих экспрессию чужеродного материала в клетках растений. Методы введения векторов в клетки растений.	1						
9	Векторные системы животных Особенности организации вирусов и ретровирусов. Организация вируса SV40, векторные системы, созданные на его основе. Вектора на основе	1						

	ретровирусов, особенности организации, сферы использования. Экспрессионные вектора, особенности организации регуляторных последовательностей. Селективные маркеры. Введение молекул ДНК в клетки млекопитающих.							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Глик Б.* Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.
2. *Щелкунов С.Н.* Генетическая инженерия / С. Н. Щелкунов. Новосибирск: Из-во Сибирского университета, 2004.
3. *Рыбчин В.Н.* Основы генетической инженерии / В. Н. Рыбчин. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГТУ, 2002.
4. *Сингер М.* Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998.
5. Современная микробиология: Прокариоты / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005.
6. *Титок М.А.* Плазмиды грамположительных бактерий / Под ред. Ю.К. Фомичева. Мн: Изд-во БГУ, 2004.

Дополнительная:

1. *Янковский Н.К.* Конструирование и анализ клонотек геномов / Н. К. Янковский. Сер. Биотехнология в сб. «Итоги науки и техники». М.: ВИНТИ, 1989.
2. Рекомбинантные молекулы: значение для науки и практики / Под ред. Р. Бирса, Э. Бэсита. М.: Мир, 1980.
3. Новое в клонировании ДНК. Методы / Под ред. Д. Гловера. М.: Мир, 1989.
4. Генная инженерия растений / Д. Драйвер и др. – М.: Мир, 1991
5. Сельскохозяйственная биотехнология: векторные системы молекулярного клонирования / Под ред. М. Альтхерра, П. Балбаса, Р. Берка. М.: Агропромиздат, 1991.
6. Рекомбинантные молекулы: значение для науки и практики / Под ред. Р. Бирса, Э. Бэсита. М.: Мир, 1980.
7. Плазмиды. Методы. / Под ред. К. Харди. М.: Мир, 1990.
8. *Хазипов Н.* Генетическая инженерия в ветеринарии / Под ред. Н. Хазипова. Казань: КВИ, 1991
9. *Лихтенштейн К.* Генетическая инженерия растений. Клонирование ДНК. Методы / К. Лихтенштейн, Дж. Дрейпер. Под ред. Д. Гловера. М.: Мир, 1988.
10. *Волова Т. Г.* Биотехнология / Т. Г. Волова. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999.
11. *Бирюков В.В.* Основы промышленной биотехнологии / В. В. Бирюков. М.: КолосС, 2004.
12. Новое в клонировании ДНК. Методы / Под ред. Д. Гловера. М.: Мир, 1989.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Ферменты рестрикции. Классификация, значение для генной инженерии. Рестриктазы класса II. Классификация. Условия реакции рестрикции.
2. Характеристика ДНК-лигаз.
3. Характеристика ДНК-полимераз (ДНК-полимераза I, фага T4, фага T7, Taq, Vent, Deep Vent, РНК-зависимая ДНК-полимераза).
4. Терминальная дезоксирибонуклеотидилтрансфераза, щелочные фосфатазы, полинуклеотидкиназа фага T4. Характеристика, значение для генной инженерии.
5. Полимеразная цепная реакция. Принцип, условия проведения.
6. Возможности полимеразной цепной реакции (синтез одноцепочечной ДНК, заякоренная ПЦР, Alu-ПЦР, синтез регуляторных участков).
7. Принцип получения мутаций с использованием полимеразной цепной реакции.
8. Характеристика праймеров, используемых в полимеразной цепной реакции. Типы модификаций 5'-концов праймеров.
9. Практическое использование полимеразной цепной реакции в медицине, криминалистике, генной инженерии.
10. Химический синтез ДНК. Фосфорамидитный метод. Сферы применения.
11. Определение нуклеотидной последовательности ДНК. Принцип секвенирования. Сферы применения.
12. Особенности организации регуляторных последовательностей генов про- и эукариот. Принципы конструирования экспрессионных кассет.
13. Общая характеристика плазмид бактерий (фенотипические маркеры, размеры, классификация). Понятие «базового репликона».
14. Принципы создания векторных систем для молекулярного клонирования (основные свойства, классификация). Особенности векторных систем для молекулярного клонирования в клетках бактерий, растений и животных.
15. Механизм копирования ColE- репликона. Векторные системы на основе ColE1-репликона (pBR322, pUC18/19).
16. Регуляция экспрессии лактозного оперона у бактерий. Катаболитная репрессия. Использование lacZ-гена в качестве репортерного в составе векторных молекул.
17. Особенности организации экспрессионной кассеты векторов pUC18/19, pET векторов.
18. Принципы создания векторов для инактивации генов (организация вектора pMUTIN).
19. Механизм копирования фага M13. Вектора на основе фага M13 (M13mp18/19).
20. Принцип организации фагмид (например, pBluescript).
21. Организация фага λ. Принцип создания векторов на основе фага λ (векторы внедрения и векторы замещения).

22. Понятия максимальной и минимальной емкости векторов, сконструированных на основе фага λ .
23. Принцип организации космид и фазмид.
24. Способы введения векторов в клетки бактерий.
25. Характеристика плазмид *Agrobacterium* (классификация, организация гер-областей).
26. Организация T-ДНК и *vir*-локуса. Ti-плазмид *A. tumefaciens*.
27. Механизм переноса T-ДНК Ti-плазмид *A. tumefaciens*.
28. Принципы создания векторов на основе Ti-плазмид *A. tumefaciens*.
29. Методы введения векторов в клетки растений.
30. Трансгенные растения. Принципы создания. Примеры.
31. Принципы создания векторных систем для животных.
32. Организация вируса SV40.
33. Векторные системы на основе вируса SV40 (вирусные и плазмидные вектора).
34. Организация экспрессионных кассет в векторных системах для животных. Способы достижения высокого уровня экспрессии чужеродных генов в животных клетках.
35. Селективные маркеры, используемые в векторных системах животных.
36. Особенности организации вируса коровьей оспы (ВКО). Принцип конструирования векторов на основе ВКО (локусы ТК и *vr37* для отбора рекомбинантных вирусов). Примеры использования.
37. Генетическая организация ретровирусов.
38. Векторные системы животных на основе ретровирусов. Примеры использования ретровирусных векторов для генной терапии.
39. Способы введения векторов в клетки животных.
40. Достижения генетической инженерии бактерий, животных и растений.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется экзамен. Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- устные и письменные опросы на лабораторных занятиях;
- выполнение заданий в тестовой форме;
- защита подготовленного студентом реферата.

ПЕРЕЧНИ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Дневная форма получения высшего образования

№	Тематика лабораторных занятий
1.	Ферменты генетической инженерии (8 часов)
2.	Векторные системы бактерий (8 часов)

Заочная форма получения высшего образования

№	Тематика практических занятий
1.	Ферменты генетической инженерии (2 часа)
2.	Принципы создания векторных систем (2 часа)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа курса, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала предлагается использование рейтинговой системы.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

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

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,4 + B \times 0,6,$$

где A – средний балл по лабораторным занятиям и УСР,

B – экзаменационный балл

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

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

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) ¹
Генетика	Генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова	Утвердить согласование протокол № 3 от 17 сентября 2015 г.
Генная инженерия	Молекулярной биологии	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Н. Евтушенков	Утвердить согласование протокол № 3 от 17 сентября 2015 г.
Вирусология	Молекулярной биологии	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Н. Евтушенков	Утвердить согласование протокол № 3 от 17 сентября 2015 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)