

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 15 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Генная инженерия
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология
(код и наименование направления)

Направленность: Биотехнология (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование представления о принципах конструирования, молекулярного клонирования и экспрессии рекомбинантных ДНК с целью получения клеток и организмов с измененными свойствами, в том числе способных продуцировать полезные соединения в промышленных масштабах.

В процессе изучения дисциплины студенты развивают следующие компетенции: способность изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях (ОПК-1).

Задачи учебной дисциплины:

Изучение основных принципов и методов конструирования рекомбинантных ДНК, их введения в клетку и обеспечения продуктивного клонирования и/или экспрессии;

Формирование умения определять оптимальные методы и методики генной инженерии в зависимости от объектов и поставленных задач;

Формирование навыков работы с базами данных, содержащими информацию о структуре ДНК и белков, с сайтами поставщиков ферментов для генной инженерии, программами по подбору праймеров и условий ПЦР.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Векторы (фаги, плазмиды, космиды, аденовирусы), ферменты для генно-инженерных манипуляций, нуклеотидные последовательности генов, в том числе размещенные в банках данных, генно-модифицированные бактерии, растения и животные.

1.3. Входные требования

1.3 Входные требования

Предшествующие дисциплины: Методы биохимии и микробиологии; Общая биология и микробиология.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1опк-1	Знает принципы передачи генетической информации в живых организмах; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; природные механизмы рекомбинации генов; молекулярный инструментарий генной инженерии (ферменты, применяемые в генной инженерии, векторные молекулы); принципы введения и экспрессии рекомбинантной ДНК в клетке-хозяине; уровень развития генной инженерии и возможности ее практического применения в медицине, сельском хозяйстве, промышленности, охране окружающей среды и других отраслях человеческой деятельности.	Знает основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам.	Зачет
ОПК-1	ИД-2опк-1	Умеет подбирать оптимальные методики генной инженерии для решения биотехнологических задач.	Умеет изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей.	Контрольная работа
ОПК-1	ИД-3опк-1	Владеет навыками работы с базами данных, содержащими информацию о структуре ДНК и белков, с сайтами поставщиков ферментов для генной инженерии, программами по подбору праймеров и условий	Владеет способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на	Кейс-задача

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		ПЦР.	математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием.	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Основные понятия. Предмет и задачи дисциплины.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 1. Природные системы генов, их организация и экспрессия.	2	0	4	6
Строение нуклеиновых кислот. Центральная догма молекулярной биологии. Строение гена прокариот и эукариот. Экспрессия генов (транскрипция, трансляция, процессинг).				
Тема 2. Основные методы, применяемые в генной инженерии.	1	0	4	2
Выделение нуклеиновых кислот. Электрофорез. Блоттинг. Секвенирование ДНК.				
Тема 3. Ферменты, используемые в генной инженерии.	2	0	4	8
Ферменты рестрикции. ДНК- и РНК-лигазы. Ферменты матричного синтеза ДНК и РНК. Метилазы. Фосфатазы. Коммерческие ферменты.				
Тема 4. Векторы.	2	0	4	6
Плазмидные векторы. Векторы на основе фага лямбда. Космиды. Аденовирусы. Искусственные хромосомы. Введение рекомбинантной ДНК в клетки. Клонотеки. Банки генов				
Тема 5. Системы экспрессии (СЭ) рекомбинантных генов.	2	0	4	4
СЭ на основе микроорганизмов. СЭ, основанные на культуре клеток животных. Бесклеточные белоксинтезирующие системы.				
Тема 6. Полимеразная цепная реакция.	2	0	6	16
Общая схема ПЦР. Компоненты реакции. Методы ПЦР. Конструирование праймеров.				
Тема 7. Генная инженерия растений	2	0	5	6
Использование Ti-плазмиды и антисмысловой РНК. Создание растений, устойчивых к патогенным бактериям, грибам и насекомым. Создание растений с новыми полезными свойствами.				
Тема 8. Генная инженерия животных	2	0	5	6
Стратегия получения трансгенных животных. Использование ретровирусных векторов, инфицирующих клетки эмбриона на ранних стадиях развития. Микроинъекция ДНК в увеличенное ядро спермия (мужской пронуклеус). Введение генетически модифицированных эмбриональных стволовых клеток в предимплантированный эмбрион. Клонирование с помощью переноса ядра.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	0	36	54
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Моделирование процесса экспрессии определенной последовательности нуклеотидов <i>in vivo</i> .
2	Обсуждение принципов подбора ферментов для конкретных генно-инженерных операций. Работа с базами данных по рестриктазам. Обсуждение методов конструирования адаптеров, линкеров, полилинкеров. .
3	Сравнение характеристик различных векторов. Выбор оптимальных векторов
4	Использование для анализа баз данных ДНК.
5	Использование для анализа баз данных белковых последовательностей.
6	Подбор праймеров и условий ПЦР.
7	Обсуждение возможностей применения генно-модифицированных организмов в промышленности и сельском хозяйстве.
8	Обсуждение возможностей генной инженерии в терапии наследственных болезней.
9	Обсуждение этических вопросов, связанных с применением генной инженерии, и рисков использования генно-модифицированных организмов.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний. При чтении лекций широко используется иллюстративный материал в виде электронных презентаций.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

Практические занятия предусматривают рассмотрение материала во взаимосвязи с ранее полученными знаниями по другим дисциплинам, что способствует более глубокому изучению предмета. Проводится закрепление знаний, полученных самостоятельно.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины внедрены новые современные образовательные технологии и формы организации учебного процесса: 1) работа в команде: совместная работа студентов при выполнении практических заданий; 2) проблемное обучение: активизация мыслительной деятельности студентов к самостоятельному приобретению знаний путем выдачи конкретных заданий с последующим контролем усвоения материала.

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

Вопросы к зачету по дисциплине «Генная инженерия»

1. Строение нуклеиновых кислот и процесс репликации ДНК.
2. Особенности строения и экспрессии генов прокариот и эукариот.
3. Строение и функционирование lac-оперона.
4. Природные механизмы рекомбинации у прокариот как основа генно-инженерных методик.
5. Ферменты рестрикции: каталитическая активность и применение в генной инженерии.
6. ДНК-лигазы: каталитическая активность и применение в генной инженерии.
7. Ферменты матричного синтеза ДНК и РНК: каталитическая активность и применение в генной инженерии.
8. Метилазы и фосфатазы: каталитическая активность и применение в генной инженерии.
9. Векторные молекулы: общее определение, классификация, обязательные свойства.
10. Общая схема получения и клонирования рекомбинантной плазмиды в бактериальных клетках.
11. Плазмидные векторы на примере pBR322 и pUC18.
12. Строение бактериофага. Лизогенный и литический циклы развития бактериофага.
13. Конструирование, свойства и применение векторов на основе фага лямбда.
14. Космиды, искусственные хромосомы как векторные молекулы. Создание клонотек генов.
15. Системы экспрессии рекомбинантных генов на основе микроорганизмов.
16. Системы экспрессии рекомбинантных генов на основе культур клеток животных.
17. Бесклеточные системы экспрессии рекомбинантных генов.
18. Полимеразная цепная реакция: общая схема, условия и компоненты реакции.
19. Особенности постановки и области применения разных методов ПЦР.
20. Принципы конструирования праймеров.
21. Использование Ti-плазмиды и антисмысловой РНК в генной инженерии растений.
22. Применение методов генной инженерии для получения растений с заданными свойствами.
23. Использование ретровирусных векторов для редактирования генома животных.
24. Введение генетически модифицированных стволовых клеток для редактирования генома животных.
25. Способы клонирования животных.

Контрольные точки

Письменные контрольные работы (тестовые задания с множественным выбором и с открытыми вопросами)

Контрольная работа № 1: вопросы к зачету № 1-14

Контрольная работа № 2: вопросы к зачету № 15-25

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Клаг У. С. Основы генетики : пер. с англ. / У. С. Клаг, М. Р. Каммингс. - М.: Техносфера, 2007.	2
2	Коничев А. С. Молекулярная биология : учебник / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - Москва: Академия, 2012.	6
3	Курчанов Н.А. Генетика человека с основами общей генетики : учебное пособие / Н.А. Курчанов. - СПб: СпецЛит, 2006.	1
4	Пехов А.П. Биология и общая генетика : Учеб. для вузов / А.П.Пехов. - М.: Изд-во РУДН, 1994.	1
5	Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : пер. с нем. / Р. Шмид,. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014.	19
6	Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия : учебное пособие для вузов / С.Н. Щелкунов. - Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие для вузов / И.Ф. Жимулев. - Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002.	2
2	Курчанов Н.А. Генетика человека с основами общей генетики : учебное пособие / Н.А. Курчанов. - СПб: СпецЛит, 2006.	1
3	Рыбчин В. Н. Основы генетической инженерии : учебник для вузов / В. Н. Рыбчин. - Санкт-Петербург: Изд-во СПбГТУ, 2002.	4
4	Т. 47. - Пушино: , ОНТИ ПНЦ РАН, 2007. - (Успехи биологической химии; Т.47).	1
5	Франк-Каменецкий М. Д. Самая главная молекула / М. Д. Франк-Каменецкий. - Москва: Наука, 1988.	4
6	Хендерсон М. Генетика. 50 идей, о которых нужно знать : пер. с англ. / М. Хендерсон. - Москва: Фантом Пресс, 2016.	1
7	Эфроимсон В. П. Генетика этики и эстетики / В. П. Эфроимсон. - Москва: Тайдекс Ко, 2004.	4
2.2. Периодические издания		
1	Ребриков Д.Р. ПЦР в реальном времени / Д.Р. Ребриков [и др.]. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009.	1
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии	https://es.pstu.ru/owa/redir.aspx?C=IXr_ICJ1aNOJ_lkMC5wHY9RpDOn1QE1TeKFt_UPf94OHRMps1HTYCA..&URL=https%3a%2f%2fwww.rfbr.ru%2frf%2fbooks%2fo_36597	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Генная инженерия	http://medbiol.ru/medbiol/genexp/00050414.htm#00031c2b.htm	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Генная инженерия	https://bigenc.ru/biology/text/2350458	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Генная терапия -медицина 21 века	http://antiaging.org.ua/research-methods/genetic/162-gene-therapy-hope-and-disappointment	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	История развития генной инженерии	http://bib.convdocs.org/v2261/?download=1	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Клиническая генетика	http://vmede.org/sait/?page=23&id=Genetika_klin_mutovin_2010&menu=Genetika_klin_mutovin_2010	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic	1
Практическое занятие	Компьютерный класс. Персональные компьютеры "Декада"	5

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Генная инженерия»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль) образовательной программы:	Биотехнология (общий профиль, СУОС)
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Химия и биотехнология
Форма обучения:	Очная

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 7 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) Предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и сдаче зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	КЗ	Т/КР	Зачёт	
Усвоенные знания						
З.1 знать принципы передачи генетической информации в живых организмах, строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов, природные механизмы рекомбинации генов; молекулярный инструментарий генной инженерии (ферменты, применяемые в генной инженерии, векторные молекулы); принципы введения и экспрессии рекомбинантной ДНК в клетке-хозяине; уровень развития генной инженерии и возможности ее практического применения в медицине, сельском хозяйстве, промышленности, охране окружающей среды и других отраслях человеческой деятельности.	С	ТО		КР1 КР2		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь подбирать оптимальные методики генной инженерии для решения биотехнологических задач				КР2		ТВ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками работы с базами данных, содержащими информацию о структуре ДНК и белков, с сайтами поставщиков ферментов для генной инженерии, программами по подбору праймеров и условий ПЦР.				КЗ		ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме

рубежных контрольных работ/тестов и выполнения кейс-задач (индивидуальных заданий) (после изучения определенного набора тем дисциплины).

2.2.1. Выполнение кейс-задач (индивидуальных заданий)

Выполнение индивидуальных заданий (КЗ) оценивает степень владения навыками, указанными в РПД дисциплины. КЗ выполняется после освоения темы № 6.

Типовое задание КЗ:

Найдите сайты рестрикции для рестриктаз Eco47III, XmaII, BanIII, Asp718I на приведенном фрагменте ДНК (4 балла). Напишите полученные в ходе реакции рестрикции продукты (4 балла), обозначьте тип образовавшихся концов фрагментов ДНК (4 балла).

5'-...AAAGCGCTACCCCTAGGATCGATCTTC...-3'

3'-...TTT CGCGATGGGGATCCTAGCTAGAAG...-5'

Каждое индивидуальное задание содержит несколько задач (пунктов), количество баллов, которое можно получить за правильное выполнение конкретного пункта, обозначено в скобках после формулировки пункта. Критерием успешности выполнения задания/освоения владения навыками является процент набранных баллов от максимально возможного суммарного балла (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Критерии оценивания освоения владения навыками по результатам выполнения индивидуальных заданий

Уровень освоения	Оценка (балл)	% выполнения задания от максимально возможного суммарного балла
Максимальный	5	90-100
Средний	4	60-89
Минимальный	3	31-59
Минимальный уровень не достигнут	2	Менее 30

Оценка по 4-х бальной шкале включается в итоговый оценочный лист по дисциплине для оценивания уровня освоения *владения*.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами соответствующих тем дисциплины. Первая КР проводится после освоения студентами тем № 1-6, вторая КР – тем № 7-8.

Типовые задания первой КР:

1. (открытый вопрос):

ДНК-зависимая-ДНК-полимераза: каталитическая активность, типы, биологическая активность, применение в генной инженерии (4 балла).

2. (вопрос с выбором нескольких правильных вариантов):

Выберите правильные ответы:

Все векторные молекулы

А) сконструированы на основе плазмид;

Б) в качестве маркеров содержат гены устойчивости к антибиотикам;

В) содержат участок нуклеиновой кислоты, в которую может быть встроены чужеродный генетический материал;

Г) способны длительное время сохраняться в популяции клеток-хозяев. (1

балл)

Типовые задания второй КР:

1. (открытый вопрос):

Индукцированные плюрипотентные стволовые клетки (iPS): основные свойства, способы получения, практическое применение (3 балла).

2. (вопрос с выбором нескольких правильных вариантов):

Выберите правильные ответы:

Генная терапия

А) может осуществляться *ex vivo*, то есть модификации подвергаются клетки в составе организма;

Б) проводится за счет замены дефектного гена на его функциональную копию;

В) проводится за счет снижения экспрессии (сайленсинга) таргетного гена;

Г) может осуществляться с применением векторов, сконструированных на основе вирусов. (1 балл)

Контрольная работа состоит из набора открытых вопросов и вопросов с множественным выбором, количество баллов, которое можно получить за правильное выполнение конкретного пункта, обозначено в скобках после формулировки текста задания. Критерием успешности выполнения контрольной работы/усвоения знаний и освоения умений является процент набранных баллов от максимально возможного суммарного балла (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Критерии оценивания результатов выполнения контрольной работы

Уровень освоения	Оценка (балл)	% выполнения задания от максимально возможного суммарного балла
Максимальный	5	80-100
Средний	4	60-79
Минимальный	3	40-59
Минимальный уровень не достигнут	2	Менее 40

Оценка по 4-х бальной шкале включается в итоговый оценочный лист по дисциплине для оценивания уровня освоения умений и усвоения знаний.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех индивидуальных заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения студентом предыдущих индивидуальных заданий и контрольных работ по данной дисциплине. Оценка освоения владений вносится в оценочный лист как итог оценивания по 4-бальной шкале индивидуального задания. Оценка усвоения знаний и освоения умений вносится в

оценочный лист как итог оценивания по 4-бальной шкале результатов выполнения контрольных работ и интегральной оценки результатов текущего контроля. Вычисляется среднее арифметическое значение оценок за каждый оцениваемый компонент.

Таблица 2.3. Оценочный лист по дисциплине «Генная инженерия»

№ п/п	ФИО студента	Оценка					Зачет по дисциплине
		Текущий контроль	КЗ	КР1	КР2	среднее	

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Природные механизмы рекомбинации у прокариот как основа генно-инженерных методик.
2. Ферменты рестрикции: каталитическая активность и применение в генной инженерии.
3. ДНК-лигазы: каталитическая активность и применение в генной инженерии.
4. Векторные молекулы: общее определение, классификация, обязательные свойства.
5. Системы экспрессии рекомбинантных генов на основе микроорганизмов.
6. Полимеразная цепная реакция: общая схема, условия и компоненты реакции.

Типовые вопросы для контроля освоенных умений:

1. Предложите способ введения рекомбинантной ДНК в культуру клеток растения.
2. Подберите векторную молекулу с целью экспрессии целевого гена в клетках дрожжей.
3. Перечислите базы данных, содержащие информацию о первичной структуре ДНК.

Типовые вопросы для контроля приобретенных владений:

1. Составьте план работ по конструированию и наработке рекомбинантной плазмиды в культуре бактерий.
2. Составьте план работ по наработке рекомбинантного белка (инсулина

человека) в культуре дрожжей.

3. Составьте план работ по наработке (амплификации) целевого гена методом ПЦР (нуклеотидная последовательность гена депонирована в базе данных).

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания. Индивидуально оценивается ответ на каждый из трех вопросов билета, соответствующих одному из компонентов. Критерии оценивания приведены в Таблице 2.4. Оценки вносятся в оценочный лист, и вычисляется среднее арифметическое значение оценок за каждый оцениваемый компонент (табл. 2.5).

Таблица 2.4. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций по итогам аттестационного испытания

Уровень освоения	Оценка (балл)	Требования
Максимальный	5	Ответ не содержит ошибок, материал изложен полно (в рамках программы курса) последовательно, связно и четко, использована правильная терминология. Даны правильные ответы на все дополнительные вопросы.
Средний	4	Ответ не содержит ошибок, материал изложен полно (в рамках программы курса) последовательно, связно и четко, использована правильная терминология. Даны правильные ответы на все дополнительные вопросы.
Минимальный	3	Ответ не содержит принципиальных ошибок, возможны неточности формулировок, материал изложен полно (в рамках программы курса). На дополнительные вопросы не даны правильные ответы.
Минимальный уровень не достигнут	2	Ответ содержит ошибки, материал изложен не полно, использована неправильная терминология. На дополнительные вопросы не даны правильные ответы.

Таблица 2.5. Оценочный лист по дисциплине «Генная инженерия»

№ п/п	ФИО студента	Оценка				Зачет по дисциплине
		Вопрос 1 (знание)	Вопрос 2 (умение)	Вопрос 3 (владение)	среднее	

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Оценивание сформированности компетенций обучающегося по дисциплине по результатам обучения в семестре и промежуточной аттестации (в двух возможных формах) осуществляется посредством выставления оценки «зачтено» или «не зачтено».

Для получения оценки «зачтено» требуется наличие положительной интегральной оценки по результатам текущего контроля (3 балла и выше) и достижения минимального и выше уровня усвоения знаний и освоения навыков и умений по результатам рубежного контроля (3 балла и выше). Критерии достижения минимального и выше уровня освоения компетенций по результатам рубежного контроля представлены выше (табл. 2.1, табл. 2.2, табл. 2.4). Если минимальный уровень не достигнут, ставится оценка «не зачтено».