

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - изучение студентами строения нуклеиновых кислот, молекулярных основ репликации и репарации ДНК, методов генной инженерии, клонирования, редактирования генома, принципов синтеза олигонуклеотидов, сборки генетических конструкций, понятий нокаута и нокдауна генов, генной дактилоскопии, генодиагностики и генотерапии, трансгенеза, основных понятий биоинформатики и постгеномных методов.

Основными задачами дисциплины являются:

- введение в генную инженерию и биотехнологию;
- изучение реализации генетической информации;
- изучение генетических баз данных;
- изучение принципов нокаута и нокдауна генов;
- понимание методов создания и введения векторных конструкций;
- освоение этапов ПЦР и её модификаций;
- изучение методов редактирования генома;
- изучение методов секвенирования по Сэнгеру и NGS;
- введение в биоинформатику.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины
Изучение дисциплины должно сформировать следующие компетенции:

а) общепрофессиональные компетенции (ОПК):

ОПК-3. Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности:

ОПК-3.1. Применяет знание основ эволюционной теории для оценки уровня структурной и функциональной организации биологических объектов в профессиональной деятельности.

ОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности современные представления структурно-функциональной организации генетического аппарата клетки и реализации генетической программы живых объектов.

ОПК-3.3. Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования направления результатов и механизмов и онто- и филогенеза в профессиональной деятельности.

ОПК-5. Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;

ОПК-5.1. Применяет в профессиональной деятельности современные представления о биотехнологических и биомедицинских производствах.

ОПК-5.2. Применяет в профессиональной деятельности современные представления об основах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования

ОПК-7. Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности;

ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности

ОПК-7.2. Использует принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности современных информационно-коммуникационных технологий для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения.

б) профессиональные компетенции

ПК-5. Готов использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способен оценивать биобезопасность продуктов биотех

ПК-5.1. Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ

ПК-5.2. Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств, биологических и биомедицинских производств;

ПК-6. Способен применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов;

ПК-6.1. Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств

ПК-6.2. Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.19 «Генная инженерия и биотехнология» входит в состав Блока 1, Часть, формируемую участниками образовательных отношений. Начальные (исходные) знания, умения, компетенции у студента, необходимые для изучения дисциплины, получены при изучении курсов математики, биофизики, органической и биологической химии, анатомии, физиологии животных, гистологии, цитологии и эмбриологии, зоологии и экологии животных.

Осваивается в 7 и 8 семестрах

Дисциплина «Генная инженерия и биотехнология» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, на которой строится большинство следующих дисциплин, таких как:

Молекулярная биология

Введение в биотехнологию

Пищевая биотехнология

Основы научных исследований

Разведение животных с основами частной зоотехнии

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	74	36	38

В том числе:			
Лекции, из них	24	12	12
Практические занятия (ПЗ), из них	50	24	26
Самостоятельная работа (всего)	68	36	16
Контроль	18		18
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет, экзамен	зачет	экзамен
Общая трудоемкость	часы		
зачетные единицы	144	72	72
	4	2,0	2,0

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»

№ п/п	Содержание разделов и отдельных тем	Формируемые компетенции	С	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
			е	и		
			м			
			е			
			с			
			т			
			р			
1	<p>Введение в генную инженерию и биотехнологию: история, ключевые достижения, прикладные задачи. Молекулярные основы: структура и физико-химические свойства ДНК и РНК как объекта инженерного манипулирования</p>	<p>ОПК-3. Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности:</p> <p>ОПК-3.1. Применяет знание основ эволюционной теории для оценки уровня структурной и функциональной организации биологических объектов в профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности современные представления структурно-функциональной организации генетического аппарата клетки и реализации генетической программы живых объектов.</p> <p>ОПК-3.3. Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования направления результатов и механизмов и онто- и филогенеза в профессиональной деятельности.</p>	7	2	4	2
2	<p>Ферменты рестрикции I, II и III типов: субъединичная организация, механизм распознавания и расщепления ДНК, профили разрезания (тупые</p>	<p>ОПК-5. Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;</p> <p>ОПК-5.1. Применяет в профессиональной деятельности</p>	7	2	4	6

	и липкие концы). Метилтрансферазы. Принципы выбора рестриктаз и применение в генной инженерии. Лигирование фрагментов ДНК. Создание рекомбинантных молекул	современные представления о биотехнологических и биомедицинских производствах. ОПК-5.2. Применяет в профессиональной деятельности современные представления об основах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования				
3	Векторные системы генной инженерии: плазмидные, фаговые, космидные и ВАС/УАС-векторы; вирусные векторы для клеток млекопитающих (AAV, лентивирусы, аденовирусы). Стратегии клонирования генов. Синтетическая биология: сборка минимального генома	ОПК-7. Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности; ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности ОПК-7.2. Использует принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности современных информационно-коммуникационных технологий для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения.	7	2	4	6
4	Направленное редактирование генома: нуклеазы с цинковыми пальцами (ZFN) и TALEN — принцип и ограничения; система CRISPR/Cas9 — механизм, PAM, репарация (NHEJ и HDR); base editing и prime editing: принципы, возможности и ограничения. CRISPRi и CRISPRa	ПК-5. Готов использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способен оценивать биобезопасность продуктов биотех ПК-5.1. Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ ПК-5.2. Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств. нологических и биомедицинских производств;	7	2	4	6
5	Трансгенные и геномно-редактированные	ПК-6. Способен применять на практике методы управления в сфере биологических и	7	2	5	6

	<p>организмы: методы введения чужеродной ДНК в клетки животных, растений и микроорганизмов; верификация интеграции трансгена; применение в науке, сельском хозяйстве, медицине и фармацевтике.</p>	<p>биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов; ПК-6.1. Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств ПК-6.2. Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов.</p>				
6	<p>Генодиагностика и генотерапия: методы молекулярной диагностики (ПЦР, NGS, ДНК-чипы); вирусные и невирусные системы доставки терапевтических нуклеиновых кислот; ; технологии РНК-интерференции и антисмысловых олигонуклеотидов; перспективы in vivo CRISPR-терапии</p>	<p>ОПК-3. Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности: ОПК-3.1. Применяет знание основ эволюционной теории для оценки уровня структурной и функциональной организации биологических объектов в профессиональной деятельности. ОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности современные представления структурно-функциональной организации генетического аппарата клетки и реализации генетической программы живых объектов. ОПК-3.3. Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования направления результатов и механизмов и онто- и филогенеза в профессиональной деятельности.</p>	7	2	3	6
ИТОГО ПО 7 СЕМЕСТРУ				12	24	36
1	<p>Эпигеномное редактирование: каталитически</p>	<p>ОПК-3. Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные</p>	8	2	4	4

	мёртвые нуклеазы как платформа (dCas9, dCas12a). Применение в изучении роли эпигенетики в онкогенезе и регенерации	представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности: ОПК-3.1. Применяет знание основ эволюционной теории для оценки уровня структурной и функциональной организации биологических объектов в профессиональной деятельности.				
2	Трансгенные и геномно-редактированные растения и животные:	ОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности современные представления о структурно-функциональной организации генетического аппарата клетки и реализации генетической программы живых объектов. ОПК-3.3. Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования направления результатов и механизмов и онто- и филогенеза в профессиональной деятельности.	8	2	5	6
3	Стволовые клетки и клеточное репрограммирование: классификация	ОПК-7. Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности; ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности ОПК-7.2. Использует принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности современных информационно-коммуникационных технологий для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения.	8	2	4	6
4	Белковый инжиниринг и промышленная биотехнология: рациональный дизайн белков.	ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности ОПК-7.2. Использует принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности современных информационных технологий для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения.	8	2	5	6

5	Биофармацевтика нового поколения	ПК-5. Готов использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способен оценивать биобезопасность продуктов биотех ПК-5.1. Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ ПК-5.2. Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств. нологических и биомедицинских производств;	8	2	4	6
6	Синтетическая биология и метаболическая инженерия: принципы проектирования генетических схем (генетические переключатели, осцилляторы, логические вентили); метаболическая инженерия микроорганизмов: реконструкция и оптимизация метаболических путей нормативная база ЕС и РФ по ГМО и синтетическим организмам	ПК-6. Способен применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов; ПК-6.1. Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств ПК-6.2. Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов.	8	2	4	6
ИТОГО ПО 8 СЕМЕСТРУ:				12	26	34
ВСЕГО:				24	50	70

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Жигачев А. И., Уколов П. И., Шараськина О. Г., Петухов В. Л. Практикум по ветеринарной генетике. М.: КолосС, 2012. – 200с.
2. Уколов П.И., Пристач Л.Н., Шараськина О.Г. Генетика и селекция рыб. СПб: Квадро, 2019. – 216с Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81149>. (дата обращения: 02.03.2026)
3. П. И. Уколов, Ю. В. Мукий Молекулярные методы исследований в генетике и ветеринарии : учебно-метод. пособие для студ. вет. и зоотехн. фак. вузов по дисциплине "Ветеринарная генетика" / сост.; СПбГАВМ. - Санкт-Петербург : Изд-во СПбГАВМ, 2017. - 29 с. Режим доступа: [Молекулярные методы исследований в генетике и ветеринарии_Уколо](http://www.iprbookshop.ru/81149) (дата обращения: 02.03.2026)
4. Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов по направлениям подготовки, реализуемым в СПбГАВМ [Электронный ресурс] / А.А. Сухинин [и др.]; СПбГАВМ – СПб.: Изд-во СПбГАВМ, 2018. – 67 с. – Режим доступа: <https://ebs.spbgavm.ru/MarcWeb2/Default.asp> (дата обращения: 02.03.2026)
- 5.

6.2. Литература для самостоятельной работы

1. Божкова, В. П. Основы генетики: учебное пособие / В. П. Божкова. — М. : ПАРАДИГМА, 2009. — 270 с. — ISBN 978-5-4214-0001-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13033>. (дата обращения: 02.03.2026)
2. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика, Новосибирск 2007.- 479с. Задачи по современной генетике: учеб. Пособие/ под ред. М.М. Асланяна – 2-е изд.- М.: КДУ, 2008.- 224с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65279> (дата обращения: 02.03.2026)
3. Уколов, Петр Иванович. Генетика и селекция рыб : учебное пособие / Уколов Петр Иванович, Пристач Лилия Николаевна , Шараськина Ольга Геннадьевна. - Санкт-Петербург : КВАДРО, 2019. - 216 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81149>. (дата обращения: 02.03.2026)
4. Петухов, Валерий Лаврентьевич. Ветеринарная генетика : учеб. / Петухов Валерий Лаврентьевич, А. И. Жигачев, Г. А. Назарова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 1996. - 384 с.
5. Жигачев А.И., Вилль А.В., Уколов П.И. Разведение сельскохозяйственных животных с основами частной зоотехнии. Учебник. – М.: КолосС 2009, 408с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60209>. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 02.03.2026)
6. Жигачев А.И., Уколов П.И., Шараськина О.Г. Практикум по разведению сельскохозяйственных животных с основами частной зоотехнии. – М.: КолосС 2009, 232с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60218>. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 02.03.2026)
7. Р. Шмидт. Наглядная биотехнология и генетическая биоинженерия. Бином. Лаборатория знаний. 2014, 328 с.
- 8.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная:

1. Жигачев А.И., Уколов П.И., Шараськина О.Г., Петухов В.Л. Практикум по ветеринарной генетике М. Колос, 2012. – 200с.

2. Уколов П.И., Пристач Л.Н., Шараськина О.Г. Генетика и селекция рыб. СПб: Квадро, 2019. – 216с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81149>. (дата обращения: 02.03.2026)

б) дополнительная:

1. Баранов В.С., Кузнецова Т.В. Цитогенетика эмбрионального развития человека: Научно-Практические аспекты/ Баранов В.С., Кузнецова Т.В.- СПб. Издательство Н-Л, 2007.- 640с.
2. Генетика, учебник для вузов/ Под редакцией академика РАМН В.И. Иванова.- М.: «Академкнига», 2006.- 638с.
3. Генофонд скороспелой мясной породы свиней./ В.Л. Петухов, А.Н. Желтиков и др.- Новосибирск: Издательство – полиграфический центр «Юпитер», 2005,- 631с.
4. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика, Новосибирск 2007.- 479с.
5. Задачи по современной генетике: учеб. Пособие/ под ред. М.М. Асланяна – 2-е изд.- М.: КДУ, 2008.- 224с.
6. Зиновьева Н.А., Эрнст Л.К., Проблемы биотехнологий и селекции сельскохозяйственных животных. Москва, 2006 Изд. ВГНИИ Животноводства, 342 с.
7. Баранов В.С., Кузнецова Т.В. Цитогенетика эмбрионального развития человека: Научно-Практические аспекты/ Баранов В.С., Кузнецова Т.В.- СПб. Издательство Н-Л, 2007.- 640с.
8. Генетика, учебник для вузов/ Под редакцией академика РАМН В.И. Иванова.- М.: «Академкнига», 2006.- 638с.
9. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика, Новосибирск 2007.- 479с.
10. Задачи по современной генетике: учеб. Пособие/ под ред. М.М. Асланяна – 2-е изд.- М.: КДУ, 2008.- 224с.
11. Зиновьева Н.А., Эрнст Л.К., Проблемы биотехнологий и селекции сельскохозяйственных животных. Москва, 2006 Изд. ВГНИИ Животноводства, 342 с

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для подготовки к практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы студенты могут использовать следующие Интернет-ресурсы:

Электронно-библиотечные системы:

1. ЭБС «СПбГУВМ» <https://spbguvm.ru/student/old/electronie-resursi/> (дата обращения 02.03.2026).
2. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp?> (дата обращения 02.03.2026).

Для подготовки к лабораторным занятиям и выполнения самостоятельной работы студенты могут использовать следующие Интернет-ресурсы:

1. <https://meduniver.com> – Медицинский информационный сайт (дата обращения 02.03.2026).

Электронно-библиотечные системы:

1. Электронные ресурсы СПбГУВМ - <http://ebs.spbguvm.ru/MarcWeb2/Default.asp> (дата обращения 02.03.2026).
2. Научная электронная библиотека www.eLIBRARY.RU (дата обращения 02.03.2026).

Для подготовки и выполнения самостоятельной работы студенты могут использовать следующие Интернет-ресурсы:

1. <http://www.mgavm.ru/> - информационный сайт МГАВМиБ. (дата обращения 02.03.2026).
2. www.Meduniver.com – медицинский информационный сайт. (дата обращения 02.03.2026).
3. <https://www.genome.jp/kegg/> - киотская энциклопедия генов и геномов (дата обращения 02.03.2026).
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - Национальный центр биотехнологической информации (дата обращения 02.03.2026).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации для студентов – это комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющих студенту оптимальным образом организовать процесс изучения данной дисциплины.

Содержание методических рекомендаций, как правило, может включать:

- Советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины. Описание последовательности действий студента, или «сценарий изучения дисциплины».

Утреннее время является самым плодотворным для учебной работы (с 8-14 часов), затем послеобеденное время (с 16-19 часов) и вечернее время (с 20-24 часов). Самый трудный материал рекомендуется к изучению в начале каждого временного интервала после отдыха. Через 1.5 часа работы необходим перерыв (10-15 минут), через 4 часа работы перерыв должен составлять 1 час. Частью научной организации труда является овладение техникой умственного труда. В норме студент должен уделять учению около 10 часов в день (6 часов в вузе, 4 часа – дома).

- Рекомендации по работе с литературой.

Работа с литературой важный этап самостоятельной работы студента по освоению предмета, способствующий не только закреплению знаний, но и расширению кругозора, умственных способностей, памяти, умению мыслить, излагать и подтверждать свои гипотезы и идеи. Кроме того, развиваются навыки научно-исследовательской работы, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности.

Приступая к изучению литературы по теме, необходимо составлять конспекты, выписки, заметки. Конспектировать в обязательном порядке следует труды теоретиков, которые позволяют осмыслить теоретический базис исследования. В остальном можно ограничиться выписками из изученных источников. Все выписки, цитаты обязательно должны иметь точный «обратный адрес» (автор, название работы, год издания, страница и т.д.). Желательно написать сокращенное название вопроса, к которому относится выписка или цитата. Кроме того, необходимо научиться сразу же составлять картотеку специальной литературы и публикаций источников, как предложенных преподавателем, так и выявленных самостоятельно, а также обратиться к библиографическим справочникам, летописи журнальных статей, книжной летописи, реферативным журналам. При этом публикации источников (статей, названия книг и т.д.) писать на отдельных карточках, заполнять которые необходимо согласно правилам библиографического описания (фамилия, инициалы автора, название работы. Место издания, издательство, год издания, количество страниц, а для журнальных статей – название журнала, год издания, номера страниц). На каждой карточке целесообразно фиксировать мысль автора книги или факт из этой книги лишь по одному конкретному вопросу. Если в работе, даже в том же абзаце или

фразе, содержатся еще суждения или факты по другому вопросу, то их следует выписывать на отдельную карточку. Изложение должно быть сжатым, точным, без субъективных оценок. На оборотной стороне карточки можно делать собственные заметки о данной книге или статье, ее содержании, структуре, о том, на каких источниках она написана и пр.

- Разъяснения по поводу работы с контрольно-тестовыми материалами по курсу, рекомендации по выполнению домашних заданий.

Тестирование - это проверка, которая позволяет определить: соответствует ли реальное поведение программы ожидаемому, выполнив специально подобранный набор тестов. Тест – это выполнение определенных условий и действий, необходимых для проверки работы тестируемой функции или её части. На каждый вопрос по дисциплине необходимо правильно ответить, выбрав один вариант.

10. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В рамках реализации дисциплины проводится воспитательная работа для формирования современного научного мировоззрения и системы базовых ценностей, формирования и развития духовно-нравственных, гражданско-патриотических ценностей, системы эстетических и этических знаний и ценностей, установок толерантного сознания в обществе, формирования у студентов потребности к труду как первой жизненной необходимости, высшей ценности и главному способу достижения жизненного успеха, для осознания социальной значимости своей будущей профессии.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

11.1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

В учебном процессе по дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентации;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.
- совместная работа в Электронной информационно-образовательной среде СПбГУВМ: СПбГУВМ: <https://search.spbguvm.informsystema.ru/> (дата обращения 02.03.2026).

11.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Название рекомендуемых по разделам и темам программы технических и компьютерных средств обучения	Лицензия
1	MS PowerPoint	67580828
2	LibreOffice	свободное ПО
3	ОС Альт Образование 8	ААО.0022.00
4	АБИС "МАРК-SQL"	02102014155
5	MS Windows 10	67580828
6	Система КонсультантПлюс	503/КЛ
7	Android ОС	свободное ПО

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Основы генетики	335 (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<i>Специализированная мебель:</i> парты, стулья, табуреты, учебная доска.
	362 (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<i>Специализированная мебель:</i> парты, стулья, табуреты, учебная доска.
	363 (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<i>Специализированная мебель:</i> парты, стулья, табуреты, алюминиевые лотки. <i>Технические средства обучения:</i> интерактивная доска.
	206 Большой читальный зал (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Помещение для самостоятельной работы	<i>Специализированная мебель:</i> столы, стулья <i>Технические средства обучения:</i> компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду
	214 Малый читальный зал (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Помещение для самостоятельной работы	<i>Специализированная мебель:</i> столы, стулья <i>Технические средства обучения:</i> компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду
	324 Отдел информационных технологий (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	<i>Специализированная мебель:</i> столы, стулья, специальный инвентарь, материалы и запасные части для профилактического обслуживания технических средств обучения




	Молекулярно-генетическая лаборатория (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Помещение для хранения и профилактического обслуживания молекулярно-генетического оборудования	<i>Специализированное оборудование для молекулярно-генетических исследований и мебель: столы, стулья, специальный инвентарь, наборы реагентов.</i>
--	---	--

Приложение 1 на 20 л.

Рабочую программу составили:
 Д-р ветеринар. наук, проф.

Канд. биол. наук, доцент

Канд. биол. наук, доцент

 Е.А. Корочкина
 Т.Ш. Кузнецова
 А.А. Крутикова

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

Кафедра генетических и репродуктивных биотехнологий

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**текущего контроля/промежуточной аттестации обучающихся при освоении
ОПОП ВО, реализующей ФГОС ВО**

по дисциплине

«ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»

Уровень высшего образования
Бакалавриат
Направление подготовки 06.03.01 – Биология
Профиль Биоэкология
Очная форма обучения
Год начала подготовки – 2026

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Таблица 1

№	Формируемые компетенции	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочное средство
1	ОПК-3. Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности:	Раздел 1. Генетика-предмет и методы исследований	Коллоквиум, опрос
2	ОПК-3.1. Применяет знание основ эволюционной теории для оценки уровня структурной и функциональной организации биологических объектов в профессиональной деятельности.	Раздел 2. Цитологические основы наследственности	Коллоквиум
3	ОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности современные представления структурно-функциональной организации генетического аппарата клетки и реализации генетической программы живых объектов.	Раздел 3. Компактизация хроматина. Гистоны и их модификации.	Коллоквиум, тесты, опрос
4	ОПК-3.3. Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования направления результатов и механизмов и онто- и филогенеза в профессиональной деятельности.	Раздел 4. Молекулярные основы наследственности.	Коллоквиум, тесты, опрос
5	ОПК-5. Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;	Раздел 5. Мутационная изменчивость. Классификации мутаций. Мутагены и иантимутагены.	Коллоквиум, тесты, опрос
6	ОПК-5.1. Применяет в профессиональной деятельности современные представления о биотехнологических и биомедицинских производствах.	Раздел 6. Законы Менделя. Типы наследования. Центральная догма молекулярной биологии.	Коллоквиум, тесты, опрос
7	ОПК-5.2. Применяет в профессиональной деятельности современные представления об основах геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Раздел 7. ПЦР, компоненты реакции.	Коллоквиум, тесты, опрос
8	ОПК-7. Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности;	Раздел 8. Генетика популяций. Генетика онтогенеза.	Коллоквиум, тесты, опрос
9	ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности ОПК-7.2. Использует принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности современных информационно-коммуникационных технологий для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения. ПК-5. Готов использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способен оценивать биобезопасность продуктов биотех ПК-5.1. Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ ПК-5.2. Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских	Раздел 9. Базы данных. Примеры и принципы создания	Коллоквиум, опрос

	<p>производств. нологических и биомедицинских производств:</p> <p>ПК-6. Способен применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов:</p> <p>ПК-6.1. Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств</p> <p>ПК-6.2. Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов.</p>		
--	---	--	--

Примерный перечень оценочных средств

Таблица 2

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
3.	Собеседование (опрос)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины, представленные в привязке к компетенциям, предусмотренным РПД

2. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНКИ

Таблица 3

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения			Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	
ОПК-3. Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности:				
ОПК-3.1. Применяет знание основ эволюционной теории для оценки уровня структурной и функциональной организации биологических объектов в профессиональной деятельности.	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
ОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности современные представления структурно-функциональной организации генетического аппарата клетки и реализации генетической программы живых объектов.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
ОПК-3.3. Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования направления результатов и механизмов онто- и филогенеза в профессиональной деятельности.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
ОПК-5. Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;				
ОПК-5.1. Применяет в профессиональной деятельности современные представления о биотехнологических и биомедицинских производствах.	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
ОПК-5.2. Применяет в профессиональной деятельности современные представления об основах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	При решении стандартных задач не	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками,	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с

	продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
ОПК-7. Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности;				
ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
ОПК-7.2. Использует принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности современных информационно-коммуникационных технологий для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
ПК-5. Готов использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способен оценивать биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств;				
ПК-5.1. Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
ПК-5.2. Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
ПК-7. Способен использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях.				

ПК-7.1. Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием открытых баз данных)	При решении стандартных задач продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Коллоквиум, тесты, опрос.
ПК-7.2. Использует в своей деятельности универсальные пакеты прикладных компьютерных программ	При решении стандартных задач продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Коллоквиум, тесты, опрос.
ПК-7.3. Создает базы экспериментальных биологических данных	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Коллоквиум, тесты, опрос.

3. ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ И ИНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1. Типовые задания для текущего контроля успеваемости

3.1.1. Вопросы для коллоквиума

Вопросы для оценки компетенции: **ОПК-3**. Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности;

ОПК-3.1. Применяет знание основ эволюционной теории для оценки уровня структурной и функциональной организации биологических объектов в профессиональной деятельности.

1. Понятие модельного организма. Требования, предъявляемые к модельным организмам. Особенности геномов кишечной палочки, бактериофага лямбда, пекарских дрожжей и черной дрозофилы
2. Понятие модельного объекта, примеры, области использования.
3. Структура эукариотического гена. Роль энхансеров и сайленсеров в регуляции транскрипции.
4. Центральная догма молекулярной биологии и современные представления о ней.

ОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности современные представления структурно-функциональной организации генетического аппарата клетки и реализации генетической программы живых объектов.

1. Механизмы регуляции экспрессии генов у эукариот
2. Понятие транскриптома. Транскриптомика.
3. Посттрансляционные модификации белка и их виды. Фолдинг.
4. Протеомика. Направления протеомики и их методы. Вестерн-блоттинг.

ОПК-3.3. Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования направления результатов и механизмов и онто- и филогенеза в профессиональной деятельности.

1. Система репарации. Основные типы повреждения ДНК.
2. Система репарации. Механизмы репарации.
3. Полимеразная цепная реакция. Дизайн праймеров. Модификации ПЦР
4. Системы направленного изменения генома (программируемые эндонуклеазы).
5. CRISPR/Cas системы. Механизм их работы.

Система CRISPR/Cas9 в генной инженерии

ОПК-5. Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;

ОПК-5.1. Применяет в профессиональной деятельности современные представления о биотехнологических и биомедицинских производствах.

ОПК-5.2. Применяет в профессиональной деятельности современные представления об основах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования

1. Методы доставки CRISPR/Cas9 в эукариотические клетки
2. Сайт-направленный мутагенез.
3. Сайт-специфическая рекомбинация.
4. Синтез олигонуклеотидов. Амидофосфитный метод синтеза олигонуклеотидов на чипах.
5. Лигазная цепная реакция. Полимеразная циклическая сборка.
6. Биоинформатика и её направления.
7. Типы выравнивания нуклеотидных последовательностей. Алгоритмы попарного выравнивания (Нидлмана-Вунша и Смита-Ватермана).

ОПК-7. Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности;

ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности

ОПК-7.2. Использует принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности современных информационно-коммуникационных технологий для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения

1. Принцип генной дактилоскопии.
2. Метод генетического нокаута и его использование в молекулярной биологии.
3. Понятие нокдауна гена и использование этого метода в молекулярной биологии.
4. Понятие апоптоза и его основные пути.
5. Возможные способы клеточной смерти (кроме апоптоза).

ПК-5. Готов использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способен оценивать биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств;

ПК-5.1. Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ

ПК-5.2. Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.

ПК-6. Способен применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов;

ПК-6.1. Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств

ПК-6.2. Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов;

1. Генная терапия и её виды.
2. Принципы позитивной генотерапии.
3. Принципы негативной генотерапии.
4. Понятие генодиагностики.
5. Определение трансгенеза и его использование.
6. Способы создания трансгенных растений и животных.
7. Этические аспекты создания ГМО-организмов.
8. Плюрипотентные стволовые клетки и способы их создания.
9. Проблемы и перспективы использования плюрипотентных стволовых клеток.
10. Правовое регулирование в области генной инженерии.

3.1.2. Тесты

Б1.В.17 Генная инженерия и биотехнология

ПК-5. готовностью использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способностью оценивать биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.

Индикаторы компетенций:

ПК-5.1 Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ

ПК-5.2 Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств

ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА

Задания комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных вариантов

ПК-5.1 Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств

Задание 1.

Прочитайте отрывок из текста статьи и выберите правильный ответ.

Трансфекция — это процесс доставки экзогенной ДНК или РНК в эукариотическую клетку, широко используемый для наработки рекомбинантных белков и введения репортерных конструкций для изучения сигнальных путей. В настоящее время трансфекция незаменима для создания рекомбинантных

вирусных штаммов, а также наработки лентивирусных и аденоассоциированных вирусных векторов.

Существует несколько типов невирусных носителей для доставки ДНК: липосомы, полимерные соединения, пептидные носители и др. Для связывания ДНК используются, в основном, катионные соединения, которые электростатически связываются с отрицательно заряженными фосфатными группами нуклеиновой кислоты, образуя стабильный комплекс.

Одной из важнейших проблем доставки нуклеиновых кислот невирусными носителями *in vivo* является стабильность комплексов во внеклеточной среде. В большинстве своем невирусные векторы имеют положительный потенциал, вследствие чего во внеклеточной среде они могут электростатически взаимодействовать с отрицательно заряженными белками (например, альбумином) и образовывать агрегаты. Агрегация лишает комплексы трансфекционной активности.

Используя отрывок и знания в области генной инженерии, выберите в приведенном списке верное суждение и приведите аргументы;

1. Невирусные носители для доставки ДНК более иммуногены, чем вирусные;

2. Доставка ДНК с помощью липосом обладает большей эффективностью по сравнению с использованием ААВ векторов;

3. Проникновение липосомального носителя в клетку строго ограничено тропизмом к определенному клеточному типу;

4. Требуется увеличение стабильности комплекса невирусного носителя и ДНК при использовании *in vivo*.

Ответ: 4.

Задание 2.

Прочитайте отрывок из текста и выберите правильный ответ.

Обладают средней вместимостью (до 8 т.п.н.) и длительной экспрессией доставляемой генетической конструкции за счет включения генома в геном хозяина, опосредованного обратной транскрипцией. Однако склонны к встраиванию своего генома в активно транскрибирующиеся участки, что приводит к разрушению генов и нарушению работы клеток. О каком типе вирусных векторов идет речь?

1. Аденовирусные;

2. Ретровирусные;

3. Аденоассоциированные;

4. Основанные на вирусе везикулярного стоматита.

Ответ: 2.

Задание 3.

Прочитайте отрывок из текста статьи и выберите правильный ответ.

Основная стратегия генной терапии муковисцидоза предполагает доставку гена *CFTR* в эпителиальные клетки дыхательных путей больных. При этом при выборе способа доставки гена в клетки необходимо учитывать, что присутствие густого секрета в бронхиолах значительно снижает эффективность введения гена с помощью аэрозоля. Этот секрет накладывает дополнительные ограничения на проведение генной терапии, поскольку используемый вектор должен не только приводить к эффективной экспрессии функционального белка *CFTR*, но и обладать способностью проникать в клетки подслизистых желез и в поверхностный эпителий слизистой оболочки, покрытой плотным слоем секрета. Используя отрывок и знания в области генетики и генной инженерии, выберите в приведенном списке верное суждение и приведите аргументы.

1. Генная терапия муковисцидоза требует редактирования генетического материала всех соматических клеток организма;
2. Муковисцидоз – заболевание, вызываемое генной мутацией;
3. Основной стратегией генной терапии муковисцидоза является редактирование клеток бластулы;
4. Зависимость между способом введения препарата от муковисцидоза и эффективностью терапии минимальна.

Ответ: 2.

Задание 4.

Прочитайте отрывок из текста статьи и выберите правильный ответ.

Получение препарата очищенной суммарной РНК – первая и ключевая стадия любых экспериментов по анализу транскриптома. От качества полученной РНК полностью зависит успех дальнейших исследований, возможность получения достоверных данных об экспрессии генов.

Для выделения РНК оптимально использование свежих тканей. Однако если это невозможно, выделение РНК производят из зафиксированного материала, при этом для фиксации применяются: заморозка в жидком азоте с последующим хранением при $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, фиксация 80% этиловым спиртом или специальными фиксаторами для РНК.

Для сохранения качества нуклеиновых кислот необходимо как можно быстрее стабилизировать клеточную РНК после сбора биологического материала. При использовании свежих тканей стабилизация РНК и ингибирование активности РНКаз достигается с помощью быстрой гомогенизации образца в лизирующем буфере.

Используя отрывок и знания в области биотехнологии, выберите в приведенном списке верное суждение и приведите аргументы.

1. Исследование транскриптома, как правило, предполагает анализ суммарной рРНК;
2. Молекулы РНК в биологических тканях более стабильны, чем ДНК;
3. Дегградация мРНК в образце в том числе вызывается действием ферментов, расщепляющих нуклеиновую кислоту;

4. Приемлемо выделение суммарной РНК из биологических образцов, долгое время хранившихся при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ без предварительной стабилизации.

Ответ: 3.

Задание 5.

Прочитайте отрывок из текста и выберите правильный ответ.

Ферменты, узнающие специфические последовательности в ДНК и вносящие разрывы в сайт узнавания или на определенном расстоянии от него. В зависимости от симметричности сайта узнавания и местоположения разреза относительно сайта узнавания подразделяют на три основных класса. В генной инженерии активно используют ферменты второго типа, они узнают последовательности, обладающие симметрией второго порядка, и делают разрез в пределах сайта узнавания. О каких молекулах идет речь?

1. Экзонуклеазы;
2. Лигазы;
3. Хеликазы;
4. Эндонуклеазы рестрикции.

Ответ: 4.

Задания закрытого типа на установление соответствия

**ПК-5.2 Анализирует биобезопасность продуктов
биотехнологических и биомедицинских производств**

Задание 6.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Внедрение чужеродной ДНК является необходимым этапом для получения генномодифицированных клеток с заданными характеристиками и качествами.

Среди способов внесения веществ в клетки различают трансфекцию – процесс введения чужеродной нуклеиновой кислоты в клетки эукариот невирусным методом, и трансформацию, аналогичный процесс, но при работе с клетками прокариот. Трансдукция представляет собой перенос генетического материала из одной клетки в другую с помощью вируса и может применяться как к эукариотическим, так и бактериальным клеткам.

Установите соответствие между типами клеток и применяемыми к ним методам внесения чужеродной ДНК: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца

Клетка		Метод внесения ДНК	
А	Яйцеклетка КРС	1	Биобалистика
Б	Соматическая клетка человека <i>in vivo</i>	2	Лентивирусный вектор
В	Клетки каллуса картофеля	3	Вектор на основе бактериофага

Г	Бактериальная клетка <i>E.coli</i>	4	Микроинъекция
---	------------------------------------	---	---------------

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ: А4Б2В1Г3.

Задание 7.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) была разработана Нобелевским лауреатом Кэри Мюллисом в 1983 г., и стала ключом к эффективному решению множества актуальных биологических и биотехнологических задач. Использование обратной транскрипции (ОТ) вместе с ПЦР позволило выявлять малые количества специфических РНК транскриптов.

Количественный анализ специфических нуклеиновых кислот стал возможным с развитием ПЦР в «реальном времени» (ПЦР-РВ), при котором непрерывно осуществляется измерение флуоресценции амплифицируемой смеси во время проведения термоциклирования. Количественная ПЦР-РВ дополнительно требует перевода флуоресцентных сигналов в числовую форму. Методы ПЦР непрерывно совершенствовались, что привело к появлению новых, более точных и чувствительных модификаций реакции.

Установите соответствие между разновидностями ПЦР и их применением в генной инженерии: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Реакция		Применение	
А	Классическая ПЦР	1	Экспериментальное подтверждение нокаута гена
Б	ПЦР в «реальном времени»	2	Клонирование кодирующей последовательности
В	ПЦР с обратной транскрипцией	3	Одновременный синтез последовательностей нескольких генов
Г	Мультиплексная ПЦР	4	Обнаружение генетического материала ретровируса в биологическом образце
Д	ПЦР-ПДРФ	5	Генотипирование единичного SNP

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ: А2Б1В4Г3Д5.

Задание 8.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Возникновение постгеномных технологий связано с технологическим развитием исследовательских инструментов, произошедшим два десятка лет назад и приведшем к появлению так называемых «омиксных» технологий. Благодаря достижениям современной науки, стало возможным в рамках одного научного исследования описать биологический объект на множестве уровней организации – от генов до низкомолекулярных веществ.

Первой из «-омик» возникла геномика, произошло это еще в 90-ых годах прошлого столетия. Геномика изучает структуру и функцию нуклеотидных последовательностей геномов живых организмов. 14 апреля 2003 г. Международный консорциум объявил о завершении работ по расшифровке генома человека. Эта ключевая точка ознаменовала наступление так называемой "постгеномной эры", основная задача которой стояла в объяснении того, как генетическая информация реализуется на других уровнях организации биологических объектов: транскриптомном, протеомном и метаболомном.

Установите соответствие между постгеномной отраслью и её возможным предметом изучения: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Отрасль		Предмет	
А	Метагеномика	1	Паттерн ковалентных модификаций гистонов в клетке.
Б	Метаболомика	2	Совокупность тканевых метаболитов.
В	Эпигеномика	3	Бактериальное сообщество.
Г	Транскриптомика	4	Пул мРНК, синтезируемых данной клеткой.
Д	Интерактомика	5	Характер белковых взаимодействий в данной типе клеток.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ: АЗБ2В1Г4Д5.

Задание 9.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Репарация в генетике представляет собой особую функцию клеток, заключающаяся в способности исправлять химические повреждения и разрывы в молекулах ДНК, возникающие вследствие воздействия различных повреждающих факторов физической, химической и биологической природы, а

также при нормальном синтезе ДНК в процессе жизнедеятельности клеток. Запускают реализацию процессов восстановления специальные механизмы «обзора» генома, которые называются «сверочные точки (чекпойнты) повреждений». В живых клетках действуют несколько различных систем репарации, которые частично связаны друг с другом, но отличаются механизмами «починки» ДНК, а также специализацией по типам устраняемых повреждений. Установите соответствие между типом повреждения ДНК и устраняющим его механизмом.

Применение		Определение	
А	Двухцепочечный разрыв	1	Эксцизионная репарация
Б	Множественные повреждения ДНК в бактериальной клетке	2	SOS-репарация
В	Пиримидиновый димер	3	Гомологичная рекомбинация
Г	Межнитевая сшивка	4	Фотореактивация

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ: АЗБ2В4Г1.

Задание 10.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Реакции матричного синтеза – особая категория химических реакций, происходящих в клетках всех живых организмов. Особенностью данных реакций является то, что на одной матрице может быть синтезировано неограниченное количество копий полимеров, строение которых полностью определяется строением матрицы. В основе реакций матричного синтеза лежит комплементарное взаимодействие между нуклеотидами. Установите соответствие между названием молекулы-катализатора и реакцией, в которой она принимает участие: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Катализатор		Реакция	
А	ДНК-зависимая ДНК-полимераза	1	Обратная транскрипция
Б	РНК-зависимая РНК-полимераза	2	Репликация ДНК
В	ДНК-зависимая РНК-полимераза	3	Транскрипция
Г	РНК-зависимая ДНК-полимераза	4	Трансляция
Д	Рибосома	5	Репликация РНК

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ: А2Б5В3Г1Д4.

Задания закрытого типа на установление последовательности

ПК-5.1 Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Способность синтезировать именно свои уникальные белки передаётся по наследству от одной клетки к другой и сохраняется на протяжении всей жизни. Наиболее интенсивно происходит биосинтез белков в период активного роста и развития клеток. При нарушении биосинтеза белка клетка рано или поздно погибает. Основную роль в определении структуры синтезируемого белка играет ДНК, именно в её молекуле хранится информация о первичной структуре молекулы белка.

На заключительном этапе синтезированный белок приобретает свою пространственную структуру, и только по завершению всех процессов молекула белка становится полностью функционально активной. Значимость синтеза белка в клетке заключается в том, что он обеспечивает клетки живых организмов «строительным материалом», биологическими катализаторами (ферментами), регуляторами и «средствами защиты организма».

Установите последовательность этапов реализации генетической информации от ДНК до белка. Запишите цифры, которыми обозначены события, происходящие в клетке во время синтеза белка, в правильной последовательности.

1. Транскрипция
2. Трансляция
3. Репликация ДНК
4. Синтез РНК

Ответ: 3412.

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность стадий эксцизионной репарации.

Запишите цифры в правильной последовательности.

1. Разрушение водородных связей между вырезанным фрагментом и цепью ДНК.
2. Заполнение недостающего участка с помощью ДНК-полимеразы.
3. Обнаружение неспаренного или поврежденного нуклеотида.
4. Зашивание сахарофосфатного остова ДНК-лигазой.
5. Разрезание поврежденной цепи ДНК эндонуклеазами рестрикции.

Ответ: 35124.

Задание 13.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Транскрипция всеми живыми клетками и представляет собой биосинтез РНК на матрице ДНК. Это один из фундаментальных биологических процессов, первый этап реализации генетической информации. Установите последовательность событий транскрипции и запишите цифры в правильном порядке.

1. Связывание факторов транскрипции с промоторной областью гена.
2. Присоединение ДНК-полимеразы к промотору.
3. Элонгация.
4. Abortивная транскрипция.
5. Терминация.

Ответ: 12435.

Задание 14.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Трансляция в биологии является процессом биосинтеза полипептидных цепей белков в живых клетках, происходящий, ключевым образом, с помощью свободных молекул РНК, рибосом и сложного ферментативного комплекса. Трансляция представляет собой реакцию матричного синтеза, происходящую в цитоплазме клетки. Запишите цифры, которыми обозначены этапы инициации трансляции в правильной последовательности.

1. связывание малой субъединицы с кэпом мРНК.
2. присоединение инициаторной тРНК к малой субъединице рибосомы.
3. соединение малой субъединицы рибосомы с большой.
4. нахождение старт-кодона малой субъединицей.
5. движение малой субъединицы по мРНК с целью обнаружения старт-кодона.

Ответ: 21543.

Задание 15.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Характерная особенность генов эукариот, отличающая их от прокариотических генов - наличие экзон-интронной или мозаичной структуры. Эукариотические гены по своим размерам значительно превосходят бактериальные, а также имеют в своем составе больше регуляторных последовательностей, что обуславливает наличие более тонких механизмов регуляции генной активности у ядерных организмов. Знание структуры эукариотического гена необходимо для создания экспрессионных плазмид, предназначенных для наработки эукариотических белков в бактериальных

продуцентах. Запишите цифры, которыми обозначены структурные элементы эукариотического гена, в правильной последовательности.

1. последний интрон.
 2. терминатор.
 3. 1-й экзон.
 4. старт-кодон.
 5. промотор.
- Ответ: 53412

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

ПК-5.2 Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Синтетическая биология – быстро развивающаяся отрасль науки, нацеленная на создание биологических систем с предсказанными свойствами. Она использует достижения современной биологии, программирования и компьютерного моделирования. Развитие синтетической биологии было обусловлено множеством технологических разработок в каждой из упомянутых отраслей. Снижение стоимости синтеза последовательностей ДНК позволило ослабить зависимость генной инженерии от традиционных и трудоемких методов молекулярной биологии. Перечислите цели синтеза последовательностей ДНК *de novo*.

Ответ: Цели синтеза последовательностей ДНК *de novo* следующие:

1. Получение реактивов для ПЦР (праймеры и зонды)
2. Получение кодирующих последовательностей (например, из труднодоступных организмов), а также других фрагментов ДНК.
3. Изучение свойств последовательностей.
4. Модификация уже существующих последовательностей ДНК с целью изменения свойств финального продукта.
5. Создание организмов с заданными свойствами.

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

На сегодня основной метод синтеза ДНК *de novo* — химический синтез амидофосфитным методом, изобретенный 35 лет назад и основанный на использовании реакционноспособными производными дезоксирибонуклеозидов или рибонуклеозидов. Он позволяет синтезировать короткие фрагменты ДНК и РНК соответственно. В промышленных масштабах этот процесс имеет ограничения: таким образом можно синтезировать участки не более 200 п. н., а также возможно возникновение побочных продуктов синтеза. Процесс синтеза

довольно длительный и дорогой, отличается высоким уровнем точности. Сборка более протяженных нуклеотидных последовательностей возможна с помощью таких методов молекулярной биологии, как лигазная цепная реакция. Напишите, какие вновь синтезированные нуклеотидные последовательности встречаются в генной инженерии и опишите цель их использования.

Ответ: В генной инженерии применяются следующие вновь синтезированные нуклеотидные последовательности:

1. праймеры (ПЦР)
2. олигонуклеотидные зонды (ПЦР в реальном времени)
3. гены, синтезированные *de novo* (например, ген инсулина человека, который затем вшивается в вектор и вносится в бактерию)
4. геномы, синтезированные *de novo* (конструирование организмов с заданными свойствами)

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Модельные организмы — это организмы, используемые в качестве моделей для изучения тех или иных свойств, процессов или явлений живой природы. Использование модельных организмов основано на том, что все живые организмы имеют общее происхождение и сохраняют общие метаболические пути и особенности жизнедеятельности. С помощью модельных объектов решают такие важные проблемы нейробиологии как выяснение молекулярных основ множества клеточных процессов, изучают пути и механизмы формирования эволюционного и онтогенетического биологического разнообразия, на них изучают действие новых фармакологических препаратов, разрабатывают новые эффективные методы биотестирования и биоиндикации.

Напишите, какие требования предъявляются к модельным организмам.

Ответ: К модельным организмам применяются следующие требования:

1. Легкость содержания и разведения в лабораторных условиях и доступность.
2. Быстрая смена поколений.
3. Возможность генетических манипуляций.
4. Близкое положение на филогенетическом древе относительно референсного объекта.

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Лямбда фаг — умеренный бактериофаг, размножающийся в клетках *E. coli*; в зависимости от характера взаимодействия вируса и клетки-хозяина развитие бактериофага может происходить по литическому или по лизогенному пути. Интеграция фага происходит в специальном сайте в бактериальном геноме, названном *att*. Лямбда широко используется в качестве вектора в генной инженерии.

Опишите особенности строения генетического материала бактериофага в вирионе и в клетке бактерии-хозяина.

Ответ: Можно выделить следующие особенности строения генетического материала бактериофага лямбда.

1. Геном представлен линейной двухцепочечной ДНК длиной около 50 килобаз с одноцепочечными 5'-концами из 12 нуклеотидов, носящими название *cos*-сайтов.

2. В зрелых вирионах ДНК находится в форме линейной молекулы.

3. В клетке ДНК замыкается сама на себя по *cos*-сайтам и функционирует в кольцевой форме.

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Термин «экспрессионная плаزمида» означает плазмидную ДНК, содержащую все необходимые генетические элементы для экспрессии внедренного в него гена, а также, для репликации последовательности плазмиды в клетке. В состав экспрессионной плазмиды входит экспрессионная кассета, принимающая участие непосредственно в синтезе целевого рекомбинантного продукта.

Перечислите структурные элементы, входящие в состав экспрессионной кассеты, а также их роль в транскрипции РНК продукта?

Ответ:

В состав экспрессионной кассеты входят:

1. промотор – необходим для связывания РНК-полимеразы в ходе инициации транскрипции
2. сайт связывания рибосом – участвует в инициации трансляции
3. последовательность терминации транскрипции (терминатор) – участвует в терминации транскрипции
4. дополнительные последовательности – выполняют регуляторную функцию.

ПК-6. способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов.

Индикаторы компетенций:

ПК-6.1 Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств

ПК-6.2 Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов

ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА

Задания комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных вариантов

ПК-6.1 Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств

Задание 1.

Прочитайте отрывок из текста и выберите правильный ответ.

Хромосомы — это нитевидные нуклеопротеидные структуры в ядре эукариотической клетки, в которых сосредоточена большая часть наследственной информации и которые предназначены для её хранения, реализации и передачи. В каждой хромосоме выделяют определенные “компоненты”, каждый из которых выполняет свою роль. Так, например, “компоненты А” состоят из одной и той же последовательности азотистых оснований (у человека — ТTAGGG), которая повторяется около 3 тысяч раз. Основная их функция— защита концевых участков хромосом от перемещений генов и мутаций, которые могут привести, в том числе, к онкологическим заболеваниям. По мере деления клетки они укорачиваются, а к концу жизненного цикла клетки почти исчезают. О каких “компонентах А” идет речь?

1. Центромеры
2. Теломеры
3. Кинетохоры
4. Хроматиды

Ответ: 2.

Задание 2.

Прочитайте отрывок из текста и выберите правильный ответ.

Один из путей репарации двунитевых разрывов в ДНК, в клетках млекопитающих является основным механизмом, устраняющим подобного рода повреждения ДНК. Повреждённые концы цепи соединяются лигазой напрямую, не нуждаясь в гомологичном шаблоне, из-за чего существенно не точен и часто приводит к возникновению делеций, транслокациям или слиянию теломер. О каком механизме идет речь?

1. Негомологичное соединение концов;
2. Пострепликативная репарация;

3. Репарация ошибочно спаренных нуклеотидов;
4. Эксцизионная репарация оснований.

Ответ: 1.

Задания комбинированного типа с выбором нескольких верных ответов из предложенных вариантов

Задание 3.

Прочитайте отрывок из текста статьи, выберите правильные ответы.

Среди всех тканей плазма крови в наибольшей степени отражает белковый состав организма: протеом плазмы включает около 10% всех присутствующих в организме белков. К настоящему времени идентифицировано более 10 000 протеинов плазмы на основе масс-спектрометрического анализа одного или двух пептидов каждого белка и более 3000 белков — при идентификации двух и более пептидов. Почти 900 белков плазмы идентифицированы с достоверностью 95%.

Нельзя не заметить, что возможности в использовании плазмы крови как типового тест-образца имеет и ограничения. Так, разброс концентраций белков может достигать 10 порядков, а в общем составе преобладают диагностически мало значимые. При изучении флуктуаций белкового состава плазмы при сердечно-сосудистой патологии требуется отделение клинически не значимых белковых фракций, что требует большого количества ресурсов. Таким образом, оптимальным подходом, исходя из показателей чувствительности и специфичности является исследование образца, полученного при биопсии органа-мишени, что, однако, не всегда осуществимо.

1. Протеом — совокупность белков, синтезируемых клеткой, тканью или организмом в определенный промежуток времени;
2. Протеом представляет собой стабильную структуру, его изменения под действием окружающей и внутренней среды незначительны;
3. Масс-спектрометрия является одним из ключевых методов протеомики;
4. Данные, получаемые в ходе клинического исследования протеома плазмы крови, отличаются низкой степенью шума, малозначительной информации.

Ответ: 13.

Задание 4.

Прочитайте отрывок из текста, выберите правильные ответы.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) позволяет амплифицировать выбранный фрагмент ДНК без помощи рестриктаз, векторов или клетки-хозяина. ПЦР используют для наработки определенных генов или фрагментов ДНК для последующего клонирования в плазмиды. Таким образом синтезируются конструкции, способные обеспечить экспрессию целевого продукта.

Наиболее распространенным методом детекции результатов классической ПЦР является метод электрофореза, основанный на разделении молекул ДНК по длине. Визуализацию результатов проводят в пластине агарозного геля, который

представляет собой застывшую после расплавления в электрофорезном буфере агарозу в концентрации 1,5–2,5 % с добавлением интеркалирующего красителя, например бромистого этидия

Используя отрывок и знания по биотехнологии, выберите в приведённом списке верные суждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Для дальнейшего использования продукты ПЦР необходимо очистить от невключившихся мономеров и праймеров;

2. Детекция результатов классической ПЦР происходит непосредственно во время постановки реакции;

3. Движение молекул ДНК при электрофорезе происходит под действием электрического тока;

4. Амплификации при ПЦР проходит при циклическом изменении температурных режимов;

5. Классическая ПЦР, как правило, используется для амплификации последовательностей ДНК длиной до 100 мегабаз.

Ответ: 134.

Задание 5.

Прочитайте отрывок из текста, выберите правильные ответы.

Одной из наиболее распространенных причин точечных мутаций является химическая модификация, называемая метилированием цитозина. При метилировании цитозина к азотистому основанию нуклеотида добавляется метильная группа, которая далее преобразуется в тимин после гидролитического дезаминирования молекулы (отщепление аминогруппы под действием воды). Если система репарации клетки не обнаружит мутацию до репликации, половина дочерних клеток унаследует тимин (Т) в том локусе последовательности, где раньше находился цитозин (С).

1. Точечные мутации представляют собой наиболее редкий тип мутаций в живой природе;

2. Мутации ДНК могут возникать как под действием факторов окружающей среды, так и иметь эндогенную причину;

3. Система репарации клетки может обнаруживать химические повреждения ДНК и, устраняя их, не допускать возникновения мутаций;

4. Возникновение мутаций всегда ведет к гибели клетки.

Ответ: 23.

Задания закрытого типа на установление соответствия

ПК-6.2 Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов

Задание 6.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Репортерные гены кодируют метаболически нейтральные для клеток белки, наличие которых в тканях может быть легко тестирован. Репортерные гены получили широкое применение в качестве селективных маркеров и также используются для определения уровня экспрессии целевого гена в клетке или в их популяции. Установите соответствие между продуктами широко используемых репортерных генов их фенотипическим проявлением.

Белок		Фенотипическое проявление	
А	<i>GFP</i>	1	Жёлтое флюоресцентное свечение.
Б	<i>LacZ</i>	2	Появление синей окраски на среде, содержащей субстрат X-gal.
В	<i>DsRed</i>	3	Устойчивость к антибиотику хлорамфениколу.
Г	<i>CAT</i>	4	Зеленое флюоресцентное свечение.
Д	<i>LUC</i>	5	Красное флюоресцентное свечение.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ: А4Б2В5Г3Д1.

Задание 7.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Мейоз — это тип клеточного деления, который играет ключевую роль в образовании гамет (половых клеток) у организмов, размножающихся половым путем.

В процессе мейоза происходит уменьшение числа хромосом вдвое, что обеспечивает генетическое разнообразие и стабильность числа хромосом в поколениях. Благодаря кроссинговеру образуются уникальные комбинации генов, что способствует эволюции видов и увеличению их генетического разнообразия.

Установите соответствие между понятиями и процессами: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Понятия		Процессы	
А	Мейоз	1	Стадия, на которой происходит обмен генетическим материалом между гомологичными хромосомами

Б	Кроссинговер	2	Деление, в результате которого образуются четыре гаплоидные клетки
В	Цитокинез	3	Этап мейоза, на котором происходит конъюгация гомологичных хромосом и кроссинговер.
Г	Профаза I	4	Процесс, завершающий деление клетки, в результате которого образуются две дочерние клетки.
Д	Анафаза II	5	Этап мейоза, на котором сестринские хроматиды разделяются и движутся к полюсам клетки.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ: А2Б1В4Г3Д5.

Задание 8.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Нуклеиновые кислоты, такие как дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и рибонуклеиновая кислота (РНК), играют ключевую роль в наследственности и биосинтезе белков.

ДНК хранит генетическую информацию всех живых организмов, обеспечивая передачу информации от одного поколения к другому. Она состоит из двух спиральных цепей, образованных нуклеотидами, которые содержат аденин, тимин, гуанин и цитозин. РНК, в свою очередь, отвечает за перенос информации из ДНК и синтез белков.

Существует несколько типов РНК, включая матричную РНК (мРНК), транспортную РНК (тРНК) и рибосомную РНК (рРНК), каждая из которых выполняет свою уникальную функцию в процессе трансляции. Таким образом, нуклеиновые кислоты являются фундаментальными молекулами жизни, обеспечивая не только передачу наследственной информации, но и реализацию этой информации в виде белков, необходимых для функционирования клеток и органов.

Установите соответствие между видами нуклеиновых кислот и выполняемыми функциями: к каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Вид	Функции
-----	---------

А	Матричная РНК (мРНК)	1	Участвует в процессе синтеза белка, составляя основу рибосом вместе с белками.
Б	Транспортная РНК (тРНК)	2	Переносит аминокислоты к рибосомам, где они используются для сборки полипептидных цепей.
В	Рибосомная РНК (рРНК)	3	Содержит информацию о последовательности аминокислот в белке и служит шаблоном для синтеза.
Г	Некодирующая РНК (нкРНК)	4	Включает множество видов РНК, которые не кодируют белки, но могут выполнять регуляторные функции.
Д	ДНК	5	Хранит, реализует и передает основную часть генетической информации. Составляет большую часть хромосом

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ: АЗБ2В1Г4Д5.

Задание 9.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Молекулярно-генетические маркеры являются методологическим инструментом для изучения генетического разнообразия различных видов животных и растений, используются в фундаментальных (картирование генов, филогенетический анализ) и прикладных (маркерная селекция, подтверждение происхождения) исследованиях. Внедрение современных технологий ДНК-маркеров позволяет обеспечивать такие задачи сельского хозяйства, как повышение продуктивности сельскохозяйственных животных, устойчивость к заболеваниям и негативным факторам среды.

ДНК-маркеры, или молекулярно-генетические маркеры – полиморфный признак, выявляемый методами молекулярной биологии на уровне нуклеотидной последовательности ДНК для определенного гена или для любого другого участка хромосомы при сравнении генотипов различных особей, пород, сортов, линий.

Установите соответствие между характером использования ДНК-маркеров и их определением.

Применение		Определение	
А	Картирование генов	1	Оценка эволюционных отношений организмов

Б	Филогенетический анализ	2	Подход, позволяющий проводить отбор при использовании ДНК-маркеров, сцепленных с желательным признаком
В	Маркерная селекция	3	Установление родства двух животных
Г	Подтверждение происхождения	4	Определение расположения генов и регуляторных элементов и относительных расстояний между ними

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ: А4Б1В2Г3.

Задание 10.

Прочитайте текст и установите соответствие.

Установите соответствие методом секвенирования/генотипирования ДНК и стандартной длиной одного прочтения.

Метод		Длина прочтения	
А	Секвенирование по Сэнгеру	1	1 п.н.
Б	Секвенирование синтезом NGS	2	До 10000 п.н.
В	Нанопоровое секвенирование	3	До 800 п.н.
Г	ДНК-чип	4	~300-500 п.н.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ: А3Б4В2Г1.

Задания закрытого типа на установление последовательности

ПК-6.2 Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов

Задание 11

Прочитайте текст и установите последовательность.

Рекомбинантные белки являются критически важными объектами в биотехнологическом производстве. Потребность в их получении растет с каждым годом. Рекомбинантные белки имеют широкий спектр применений в фармацевтике и биотехнологии, являясь лекарственными средствами, биологически активными веществами, сырьем для производства и т.д. Установите последовательность этапов схемы получения рекомбинантных белков от начала и до конца технологического процесса. Запишите цифры в правильной последовательности.

1. контроль качества.
2. определение активности белка.
3. создание штамма-продуцента.
4. выделение и очистка продукта.

Ответ: 3412.

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Генная инженерия растений является активно развивающейся отраслью, направленной на получение объектов с высокой урожайностью, устойчивых к неблагоприятным действиям окружающей среды, а также предназначенных для изучения фундаментальных вопросов регуляции клеточной активности, дифференцировки тканей и др. Установите последовательность этапов получения трансгенных растений. Запишите цифры в правильной последовательности.

1. создание конструкции, содержащей целевой ген.
2. перенос векторной молекулы в геном растения-реципиента.
3. отбор трансгенных растений.
4. выбор целевого гена и метода его клонирования.
5. подбор генотипа растения-реципиента.

Ответ: 45123.

Задание 13.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Система CRISPR/Cas9 была изначально описана как механизм адаптивного иммунитета архей и бактерий, однако после ряда модификаций она нашла активное применение в генной инженерии, благодаря способности вносить направленный ДНК-разрыв с помощью короткого программируемого 20-нуклеотидного района в направляющей молекуле РНК (single guide RNA, sgРНК). Установите последовательность событий естественного CRISPR/Cas ответа бактерии на внедрение вируса и запишите цифры в правильном порядке.

1. Внедрение вируса в цитоплазму бактерии.
2. Транскрипция и созревание пре-sgРНК.
3. Создание нового спейсера.
4. Инактивация вирусной ДНК системой адаптации.
5. Включение sgРНК в эффекторный комплекс.

Ответ: 14325.

Задание 14.

Прочитайте текст и установите последовательность.

РНК интерференция – один из механизмов посттранскрипционного подавления экспрессии генов, который нашёл широкое применение в генной инженерии за счёт создания и использования так называемых «антисенсов». Запишите цифры, которыми обозначены этапы РНК-интерференции, в котором принимают участие короткие интерферирующие РНК, в правильной последовательности.

1. между кРНК и Dicer формируется комплекс.
2. двуцепочечная РНК нарезается белком Dicer на короткие фрагменты - кРНК.
3. RISC присоединяется к гомологичному участку мишени мРНК.
4. кРНК образуют с клеточными белками комплекс RISC.
5. RISC расщепляет РНК-мишень.

Ответ: 21435.

Задание 15.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Запуск механизмов репарации, основанных на рекомбинации, является универсальным ответом эукариотических клеток на возникновение двуцепочечных разрывов, в том числе при воздействии направляемых эндонуклеаз рестрикции, таких как система CRISPR/Cas9. Запишите цифры, которыми обозначены этапы гомологичной рекомбинации, в правильном порядке.

1. проникновение одной хромосомы в другую.
2. соединение вторгшейся цепи с другим своим концом, синтез ДНК, лигирование.
3. обнаружение двуцепочечного разрыва белками системы репарации.
4. образование D-петли, синтез ДНК.
5. удаление некоторых участков нуклеотидных цепей вблизи разрыва.

Ответ: 35142.

ЗАДАНИЕ ОТКРЫТОГО ТИПА

ПК-6.1 Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Праймеры – ключевые реагенты ПЦР смеси, регулирующие специфичность реакции и ограничивающие синтез неспецифичных продуктов. Дизайн праймеров является важным шагом в подготовительном этапе в постановке ПЦР. Напишите требования, предъявляемые к праймерам при постановке классической ПЦР, и опишите, каким образом на реакцию влияет несоблюдение этих требований.

Ответ: Следующие требования предъявляются к праймером:

1. Специфичность – возникновение неспецифических продуктов реакции и снижение эффективности синтеза ампликонов.

2. Не должны образовывать димеры и петли – снижение эффективности реакции.

3. Область отжига праймеров должна находиться вне зон мутаций – ложноотрицательные результаты.

4. Должны соответствовать оптимальной температуре отжига – снижение эффективности реакции.

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Полимеразная цепная реакция – ключевой метод молекулярной биологии, получивший широкое применение в геномной инженерии. В основе ПЦР лежит множественное копирование специфического фрагмента нуклеиновой кислоты, происходящее при циклической смене температурных режимов. Напишите, какие реагенты входят в состав реакционной смеси для ПЦР.

Ответ: В состав ПЦР-смеси входят:

1. ДНК-матрица
2. Два праймера (прямой и обратный)
3. Термостабильная ДНК-полимераза (Taq-полимераза и аналогичные)
4. Дезоксирибонуклеозидтрифосфаты (дНТФ)
5. Буфер

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

В ПЦР амплификация ограниченного праймерами участка ДНК достигается многократным повторением трех стадий ПЦР благодаря тому, что в каждом новом цикле к уже имеющимся ДНК-матрицам добавляются новосинтезированные на предыдущем этапе элонгации. Напишите, что происходит с ДНК во время этапа плавления (денатурации) в ходе ПЦР?

Ответ: Нагревание до высоких температур вызывает разрыв водородных связей между двумя нитями дуплекса ДНК, что приводит к образованию однонитевых ДНК матриц.

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Хроматография – это физико-химический метод разделения смеси веществ путем распределения их между двумя несмешивающимися фазами. Аффинная хроматография — основана на биоспецифическом взаимодействии компонентов с аффинным лигандом. Опишите принцип аффинной хроматографии. За счет чего происходит связывание специфического белка с носителем? Как происходит элюция белка с колонки?

Ответ: Когда сложная белковая смесь проходит через колонку, белок с меткой связывается с носителем, а все остальные белки уходят из колонки. После

этого связанный белок элюируется с колонки при помощи раствора с высокой концентрацией конкурирующего лиганда.

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

На данный момент существует около десятка методов высокопроизводительного секвенирования, объединенных общим названием: секвенирование нового поколения (NGS) секвенирование второго поколения. Перечислите общие свойства методов секвенирования второго поколения. Чем они отличаются от секвенирования по Сэнгеру?

Ответ:

1. Массивное параллельное секвенирование: дают возможность одновременного прочтения десятков тысяч фрагментов ДНК

2. Скорость: поскольку реакции выполняются параллельно, результаты будут получены намного быстрее

3. Низкая стоимость: секвенирование генома дешевле, чем секвенирование по Сэнгеру

4. Более короткая длина прочтений: обычно считываются участки от 50 до 700 нуклеотидов.

3.2. Типовые задания для промежуточной аттестации

3.2.1. Вопросы к зачету с оценкой

Формируемая компетенция: ОПК-3. Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности:

ОПК-3.1. Применяет знание основ эволюционной теории для оценки уровня структурной и функциональной организации биологических объектов в профессиональной деятельности.

ОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности современные представления структурно-функциональной организации генетического аппарата клетки и реализации генетической программы живых объектов.

ОПК-3.3. Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования направления результатов и механизмов и онто- и филогенеза в профессиональной деятельности.

1. Понятие модельного организма. Требования, предъявляемые к модельным организмам. Особенности геномов кишечной палочки, бактериофага лямбда, пекарских дрожжей и черной дрозофилы
2. Понятие модельного объекта, примеры, области использования.
3. Структура эукариотического гена. Роль энхансеров и сайленсеров в регуляции транскрипции.
4. Центральная догма молекулярной биологии и современные представления о ней.
5. Механизмы регуляции экспрессии генов у эукариот
6. Понятие транскриптома. Транскриптомика.
7. Посттрансляционные модификации белка и их виды. Фолдинг.
8. Протеомика. Направления протеомики и их методы. Вестерн-блоттинг.
9. Система репарации. Основные типы повреждения ДНК.
10. Система репарации. Механизмы репарации.

ОПК-5. Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;

ОПК-5.1. Применяет в профессиональной деятельности современные представления о биотехнологических и биомедицинских производствах.

ОПК-5.2. Применяет в профессиональной деятельности современные представления об основах геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования

1. Методы доставки CRISPR/Cas9 в эукариотические клетки
2. Сайт-направленный мутагенез.
3. Сайт-специфическая рекомбинация.
4. Синтез олигонуклеотидов. Амидофосфитный метод синтеза олигонуклеотидов на чипах.
5. Лигазная цепная реакция. Полимеразная циклическая сборка.
6. Биоинформатика и её направления.
7. Типы выравнивания нуклеотидных последовательностей. Алгоритмы попарного выравнивания (Нидлмана-Вунша и Смита-Ватермана).

ОПК-7. Способен применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности;

ОПК-7.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности

ОПК-7.2. Использует принципы работы современных информационных технологий при решении задач биологической направленности современных информационно-коммуникационных технологий для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения

1. Принцип геномной дактилоскопии.
2. Метод генетического нокаута и его использование в молекулярной биологии.
3. Понятие нокдауна гена и использование этого метода в молекулярной биологии.
4. Понятие апоптоза и его основные пути.
5. Возможные способы клеточной смерти (кроме апоптоза).

ПК-5. Готов использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, способен оценивать биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств;

ПК-5.1. Использует нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ

ПК-5.2. Анализирует биобезопасность продуктов биотехнологических и биомедицинских производств.

ПК-6. Способен применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов;

ПК-6.1. Применяет на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств

ПК-6.2. Применяет на практике методы управления в сфере мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов;

1. Генная терапия и её виды.

2. Принципы позитивной генотерапии.
3. Принципы негативной генотерапии.
4. Понятие генодиагностики.
5. Определение трансгенеза и его использование.
6. Способы создания трансгенных растений и животных.
7. Этические аспекты создания ГМО-организмов.
8. Плюрипотентные стволовые клетки и способы их создания.
9. Проблемы и перспективы использования плюрипотентных стволовых клеток.
10. Правовое регулирование в области генной инженерии.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Критерии оценивания знаний обучающихся при проведении коллоквиума:

- **Отметка «отлично»** - обучающийся четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры.
- **Отметка «хорошо»** - обучающийся допускает отдельные погрешности в ответе
- **Отметка «удовлетворительно»** - обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного и нормативного материала.
- **Отметка «неудовлетворительно»** - обучающийся обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи.

Критерии оценивания устного опроса:

Отметка «отлично» - ответ дан в полном объеме; правильно выполняет анализ ошибок.

Отметка «хорошо» ответ дан правильно с учетом 1-2 мелких погрешностей или 2-3 недочетов, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Отметка «удовлетворительно» ответ дан правильно не менее чем наполовину, допущены 1-2 погрешности или одна грубая ошибка.

Отметка «неудовлетворительно» допущены две (и более) грубые ошибки в ходе ответа, которые обучающийся не может исправить даже по требованию преподавателя.

Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования

Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 90 % тестовых заданий;

Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80 % тестовых заданий;

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 70 % тестовых заданий;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 70 % тестовых заданий.

Критерии знаний при проведении зачета с оценкой:

- **Оценка «зачтено»** должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»).
- **Оценка «не зачтено»** должна соответствовать параметрам оценки «неудовлетворительно».
- **Отметка «отлично»** – выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- **Отметка «хорошо»** – выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в стандартных ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- **Отметка «удовлетворительно»** – не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется частичное отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. –

- **Отметка «неудовлетворительно»** – не выполнены виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по большему ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации

5. ДОСТУПНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:	- в печатной форме увеличенным шрифтом, - в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями слуха:	- в печатной форме, - в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата	- в печатной форме, аппарата: - в форме электронного документа.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивает выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, задания зачитываются преподавателем);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.