



Программа практики по молекулярной генетике и генной инженерии разработана на основании учебного плана по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденного Ученым Советом Университета (протокол №5 от 23 мая 2023 г.); в соответствии с ФГОС ВО по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденным Министерством науки и высшего образования Российской Федерации от 12 августа 2020 г. № 973.

## **1. ТИП ПРАКТИКИ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ.**

Практика по молекулярной генетике и генной инженерии относится к базовым профессиональным видам практики.

Цель практики по молекулярной генетике и генной инженерии - углубленное изучение теоретических основ молекулярной генетики, конструирования, клонирования и экспрессии генетического материала в бактериальных и эукариотических клетках, а также создания организмов с новой генетической программой, необходимых студентам для высокопрофессиональной подготовки и формирования естественно-научного мировоззрения для последующей практической работы в области биоинженерной технологии.

### ***Задачи:***

- сформировать у студентов: базовое мышление, обеспечивающее представления об особенностях структурно-функциональной организации геномов про- и эукариот, фагов; способность понимать принципы основных методов молекулярного клонирования; способность использовать генетические методы конструирования штаммов бактерий, животных и растений с заданными свойствами;

- показать перспективы применения генетических методов в различных областях жизнедеятельности человека (промышленность, сельское хозяйство, научные исследования и т. д.);

- освоить студентами теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков в области создания генноинженерно модифицированных организмов; профессиональной эксплуатации современного молекулярно-генетического оборудования и научных приборов;

- сформировать у студентов профессиональные компетенции в производственной, мониторинговой и исследовательской деятельности, а также способность анализировать фундаментальные знания, направленные на расширение представлений об основных методах и возможностях генетической инженерии;

- научить студентов использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области генной инженерии и смежных отраслей, использования баз данных, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»; планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды.

## **2. СПОСОБЫ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ**

### **2.1. Способы проведения практики**

Практика стационарная и проходит на базе Саратовского государственного медицинского университета: на кафедре общей биологии, фармакогнозии и ботаники и лаборатории клеточных технологий ЦКП экспериментальной онкологии и других

лабораториях. В указанных подразделениях студенты работают в качестве стажера под непосредственным контролем сотрудников лабораторий.

## 2.2. Формы проведения практики (непрерывная/рассредоточенная)

1. Практика является непрерывной и проводится на 4 курсе, в 7 семестре.
2. Продолжительность практики – 4 недели.
3. Продолжительность рабочего дня – 6 часов (с 9.00 до 15.00).

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРАКТИКИ

Формируемые в процессе изучения учебной дисциплины (модуля, практики)  
компетенции

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (или её части)
1	2
<b>Профессиональная методология</b>	<b>ОПК-2.</b> Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)
<b>ИД<sub>ОПК-2</sub>-3</b>	Имеет практический опыт применения биологической терминологии, методологии современных биологических исследований; математическим аппаратом, знаниям в области информатики; построением исследований биологических систем; использованием основных приемов выполнения экспериментов, применения методов химического анализа и синтеза; статистической обработки экспериментальных данных.
<b>Профессиональная методология</b>	<b>ОПК-4.</b> Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования
<b>ИД<sub>ОПК-4</sub>-1</b>	Знает и понимает основы генетики, токсикологии и биохимии в рамках прикладного применения в области биоинженерии; терминологию, используемую в генетической и клеточной инженерии; основные методы получения рекомбинантных молекул ДНК, способы внедрения рекомбинантных молекул в исследуемые организмы и получение штаммов микроорганизмов и клеточных линий со стабильной экспрессией чужеродных генов; технологию культивирования изолированных клеток и тканей; основы создания и действия противовирусных вакцин и препаратов; подходы к использованию вирусов в биоинженерии и медицине; принципы медико-биологической и генетической оценки генно-инженерно-модифицированных организмов.
<b>ИД<sub>ОПК-4</sub>-2</b>	Умеет подбирать оптимальные практически используемые рекомбинантные ДНК и культуры клеток и тканей для решения типичных задач профессиональной

<p>области; интерпретировать и оценивать экспериментальную информацию по биологическим объектам; оценивать степень риска работы с генно-инженерными объектами; выбирать подход к созданию биоинженерных конструкций на основе вирусов и оценивать целесообразность использования вирусов для выполнения биоинженерных задач; обосновывать использование различных методов исследования в сферах биоинженерной практики.</p> <p><b>ИД<sub>ОПК-4</sub>-3</b> Имеет практический опыт: применения методов получения рекомбинантных молекул <i>in vitro</i>, внедрения рекомбинантной ДНК в клетки про-эукариот; исследований безопасности отдельных видов биоинженерной продукции.</p>	
<p><b>Профессиональная компетенция</b></p>	<p><b>ПК-1.</b> Способность самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий</p>
	<p><b>ИД<sub>ПК-1</sub>-2.</b> Применяет современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой</p> <p><b>ИД<sub>ПК-1</sub>-4.</b> Участвует в конструировании модифицированных или новых биологических объектов</p> <p><b>ИД<sub>ПК-1</sub>-5.</b> Использует методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях</p>

#### 4. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Практика по молекулярной генетике и генной инженерии Б2.П.1 относится к блоку «Практики» базовой части дисциплин учебного плана по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика.

Для прохождения практики необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами «Генетика» и «Молекулярная биология».

## 5. ТРУДОЕМКОСТЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ

Трудовоемкость учебной дисциплины (модуля, практики) составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов

Вид работы		Всего часов	Формы отчетности и контроля	
			Форма отчетности	Форма контроля
1		2	3	4
<b>Контактная работа (всего), в том числе:</b>		<b>144</b>		
<b>Аудиторная работа</b>		<b>90</b>		
Практика на кафедре общей биологии, фармакогнозии и ботаники и в лабораториях		60	Научный отчет	собеседование
Симуляционный курс		20	Научный отчет	собеседование
Сбор, обработка и систематизация фактического материала (для написания реферата, статьи, экспериментального наблюдения)		10	Научный отчет	собеседование
<b>Внеаудиторная работа</b>		<b>54</b>		
Сбор, обработка и систематизация фактического материала (для написания реферата, статьи, клинического наблюдения)		20	Научный отчет	статья/реферат
Написание научного отчета		10	Научный отчет	статья/реферат
Ведение дневника практики		4		
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СРО)</b>		<b>72</b>		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	Э	7		
<b>ИТОГО: Общая трудовоемкость</b>	час.	<b>216</b>		
	ЗЕТ	<b>6</b>		

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 6.1 Разделы практики и компетенции, которые должны быть освоены

№ п/п	Индекс компетенции	Наименование раздела практики	Содержание раздела
1	2	3	4
1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1	Практика на кафедре общей биологии, фармакогнозии и ботаники и в лабораториях	Освоение методик, выполнение лабораторных экспериментов анализ полученных данных, описание результатов исследования по следующим темам: 1. Выделение геномной ДНК из клеток бактерий методом фенолхлороформной экстракции 2. Выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток. 3. Быстрое выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток для электрофоретического анализа. 4. Выделение ДНК из лейкоцитов крови 5. Выделение ДНК из растительных тканей 6. Горизонтальный электрофорез ДНК в агарозном геле 7. Окраска ДНК 8. Трансформация плазмидной ДНК клеток E.coli методом теплового шока (химическая трансформация). 9. Трансформация плазмидной ДНК клеток E.coli методом электропорации 10. Трансформация плазмидной ДНК клеток B. subtilis методом голодания. 11. Рестрикция ДНК. 12. Дефосфорилирование ДНК. 13. Лигирование ДНК. 14. Полимеразная цепная реакция. 15. Клонирование гена флуоресцентного белка в бактериальный экспрессионный вектор. 16. Выделение рекомбинантного белка, содержащего гексагистидинового тэг, из клеток E.coli. 17. Анализ экспрессии репортерных генов в клетках человека (рассев клеток, трансфекция клеток плазмидой, определение активности люциферазы и бета-галактозидазы в клеточных лизатах). 18. Детекция флуоресцентных белков в трансфицированных клетках человека методом флуоресцентной микроскопии. Детекция белков в лизатах клеток с помощью Вестерн-блота. 19. Заключительная. Отчет по практике за 7

			<i>семестр.</i>
2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1	Симуляционный курс	Разбор учебных элементов практики по учебным видеозаписям
3	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1	Сбор, обработка и систематизация фактического материала (для написания реферата, статьи, экспериментального наблюдения)	Сбор материала, обработка, систематизация фактического материала (для написания научного отчета и статьи)
4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1	Написание научного отчета	Написание научного отчета : анализ данных литературы и описание своих результатов

## 6.2. Самостоятельная работа обучающегося по практике

№ п/п	Наименование раздела	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4
1	Выполнение заданий на кафедре общей биологии, фармакогнозии и ботаники и в лабораториях	Освоение методик, анализ полученных данных, описание результатов исследования	22
2	Симуляционный курс	Разбор учебных элементов практики по учебным видеозаписям	10
3	Сбор, обработка и систематизация фактического материала (для написания реферата, статьи, экспериментального наблюдения)	Сбор материала, обработка, систематизация фактического материала (для написания научного отчета и статьи)	20
4	Написание научного отчета	Написание научного отчета : анализ данных литературы и описание своих результатов	20
		<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике по молекулярной генетике и геномной инженерии в полном объеме представлен в приложении 1.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Основная литература

#### Печатные источники:

№	Издания	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1	Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил.	1
2	Генная инженерия в биотехнологии (семинары) / Журавлева Г. А., Москаленко С.Е., Андронов Е.А. и др. СПб.: Эко-Вектор, 2019. — 135 с.: ил.	1
3	Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – Изд. 4-е, стереотип. 3-му. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с.	1

#### Электронные источники

№	Издания
1	2
1	Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. <a href="https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf">https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf</a>
2	Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие /Отв.ред. Л.В. Хотылева.– Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. – 118 с. <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf</a>
3	Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html</a>
4	Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – Изд. 4-е, стереотип. 3-му. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=57409">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=57409</a> (дата обращения: 21.06.2023). – ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. – Текст : электронный.

### 8.2. Дополнительная литература

#### Печатные источники:

№	Издания	Количество экземпляров в библиотеке
---	---------	-------------------------------------

1	2	3
1.	Биология: в 2 т. [Текст]: учебник / под ред. В. Н. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – ISBN 978-5-9704-3028-6. Т. 1. – 2014. – 725[2] с.: ил. – Предм. указ.: с. 710-725. – ISBN 978-5-9704-3029-3	404
2.	Молекулярно-генетический уровень организации биоогических систем: [Текст]: учеб.пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Сарат. мед.ун-та, 2014. – 82[2] с. : ил. –Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.	603
3.	Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.: ил.	1
4.	Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вклеек	1
5.	А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с.	1
6.	Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадудинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.	1
7.	Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 - 49с.	1
8.	Огурцов А. Н. О 39 Основы генной инженерии и биоинженерии : учеб. пособие :в 2-х ч. – Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н. Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз.	1
9.	Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Моров А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с.	1
10.	Молекулярная биология и генная инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. – Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 234 с. ISBN 978-5-7638-4403-0	1

11.	Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. – Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с.	1
12.	Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".	1

#### Электронные источники

№	Издания
1	2
1.	Молекулярная биология и геновая инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. – Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 234 с. электронный вариант
2.	Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. – Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант
3.	Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант
4.	Огурцов А. Н. О 39 Основы геновой инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. – Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Ближнюк, Н. Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз. электронный вариант
5.	Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Морозов А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с. электронный вариант
6.	Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html</a>
7.	Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб.пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б. и.
8.	Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.: ил. электронный вариант
9.	Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вклеек электронный вариант

10.	А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант
11.	Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.
12.	Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант
13.	Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/491611">https://urait.ru/bcode/491611</a>
14.	Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=682247">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=682247</a> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=682247">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=682247</a>
15.	Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/213605">https://e.lanbook.com/book/213605</a> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <a href="https://e.lanbook.com/book/213605">https://e.lanbook.com/book/213605</a>
16.	Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютько. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <a href="https://e.lanbook.com/book/104872">https://e.lanbook.com/book/104872</a>

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

№ п/п	Сайты
1	Научные электронные базы данных: <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
2	База знаний по биологии человека <a href="http://humbio.ru/humbio/cytology/000e078a.htm">http://humbio.ru/humbio/cytology/000e078a.htm</a>
3	Современная биотехнология, режим доступа: <a href="http://bibliotekar.ru/index.files/5stvolovye.htm">http://bibliotekar.ru/index.files/5stvolovye.htm</a>
4	Промышленная биотехнология, сельскохозяйственная биотехнология, режим доступа: <a href="http://www.biotexnolog.ru/prombt/prombt17htm">http://www.biotexnolog.ru/prombt/prombt17htm</a> vevaya-morkov-i-zolotoy-ris

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины представлены в приложении 2.

## 11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Адрес страницы кафедры: <http://www.sgmu.ru/info/str/depts/bfb/>

2. Доступ к электронно-библиотечным системам (ЭБС), сформированным на основании прямых договоров и государственных контрактов с правообладателями на 2022-2023 гг

1) ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/OOO> «Политехресурс» Контракт № 797КС/11-2022/414 от 21.12.2022, срок доступа до 31.12.2023

2) ЭБС «Консультант врача» <http://www.rosmedlib.ru/> ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением - Комплексный медицинский консалтинг» Контракт № 762КВ/11-2022/413 от 21.12.2022, срок доступа до 31.12.2023

3) ЭБС IPRsmart <http://www.iprbookshop.ru/> ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа» Лицензионный договор № 9193/22К/247 от 11.07.2022, срок доступа до 14.07.2023г.

4) Национальный цифровой ресурс «Рукопт» <http://www.rucont.lib.ru> ООО Центральный коллектор библиотек "БИБКОМ" Договор № 418 от 26.12.2022, срок доступа до 31.12.2023.

### Программное обеспечение:

Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows	40751826, 41028339, 41097493, 41323901, 41474839, 45025528, 45980109, 46073926, 46188270, 47819639, 49415469, 49569637, 60186121, 60620959, 61029925, 61481323, 62041790, 64238801, 64238803, 64689895, 65454057, 65454061, 65646520, 69044252 – срок действия лицензий – бессрочно.
Microsoft Office	40751826, 41028339, 41097493, 41135313, 41135317, 41323901, 41474839, 41963848, 41993817, 44235762, 45035872, 45954400, 45980109, 46073926, 46188270, 47819639, 49415469, 49569637, 49569639, 49673030, 60186121, 60620959, 61029925, 61481323, 61970472, 62041790, 64238803, 64689898, 65454057 – срок действия лицензий – бессрочно.
Kaspersky Endpoint Security, Kaspersky Anti-Virus	№ лицензии 2В1Е-230301-122909-1-5885 с 2023-03-01 по 2024-03-10, количество объектов 3500.
CentOSLinux	Свободное программное обеспечение – срок действия лицензии – бессрочно
SlackwareLinux	Свободное программное обеспечение – срок действия лицензии – бессрочно
MoodleLMS	Свободное программное обеспечение – срок действия лицензии – бессрочно

DrupalCMS	Свободное программное обеспечение – срок действия лицензии – бессрочно
-----------	--

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по практики по молекулярной генетике и геной инженерии представлено в приложении 3.

## 13. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Сведения о кадровом обеспечении, необходимом для осуществления образовательного процесса по практики по молекулярной генетике и геной инженерии представлены в приложении 4.

## 14. ИНЫЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Учебно-методические материалы, необходимые для осуществления образовательного процесса по практики по молекулярной генетике и геной инженерии:

- Конспекты лекций по дисциплине
- Методическая разработка практических занятий для преподавателей по дисциплине
- Оценочные материалы для проведения текущего контроля по дисциплине

### Разработчики:

Профессор кафедры общей биологии,  
фармакогнозии и ботаники, докт.  
биол.наук

Н.В. Полуконова

Старший преподаватель

М.Н. Курчатова

**Лист регистрации изменений в рабочую программу**

Учебный год	Дата и номер извещения об изменении	Реквизиты протокола	Раздел, подраздел или пункт рабочей программы	Подпись регистрирующего изменения
20__-20__				
20__-20__				
20__-20__				
20__-20__				



Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный медицинский  
университет имени В. И. Разумовского»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан фармацевтического факультета

Н.А. Дурнова

«23» июня 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Практика**

**ПРАКТИКА ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКЕ И  
ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

---

(наименование практики)

**Специальность  
(направление подготовки)**

**06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика**

---

(код и наименование специальности (направления  
подготовки))

**Квалификация**

**Биоинженер и биоинформатик**

---

(квалификация(степень)выпускника)

## 1. КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ

### Формируемые в процессе изучения учебной дисциплины (модуля, практики) компетенции

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (или её части)	
1	2	
<b>Профессиональная методология</b>	<b>ОПК-2.</b> Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	<b>ИДопк-2.-3</b> Имеет практический опыт применения биологической терминологии, методологии современных биологических исследований; математическим аппаратом, знаниям в области информатики; построением исследований биоинженерных моделей биологических систем; использования основных приемов выполнения экспериментов, применения методов химического анализа и синтеза; статистической обработки экспериментальных данных.
<b>Профессиональная методология</b>	<b>ОПК-4.</b> Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования	<b>ИДопк-4.-1</b> Знает и понимает основы генетики, токсикологии и биохимии в рамках прикладного применения в области биоинженерии; терминологию, используемую в генетической и клеточной инженерии; основные методы получения рекомбинантных молекул ДНК, способы внедрения рекомбинантных молекул в исследуемые организмы и получение штаммов микроорганизмов и клеточных линий со стабильной экспрессией чужеродных генов; технологию культивирования изолированных клеток и тканей; основы создания и действия противовирусных вакцин и препаратов; подходы к использованию вирусных векторов в биоинженерии и медицине; принципы медико-биологической и генетической оценки генно-инженерно-модифицированных организмов. <b>ИДопк-4.-2</b> Умеет подбирать оптимальные практические пути использования рекомбинантных ДНК и культуры клеток и тканей для решения типичных задач профессиональной области; интерпретировать и оценивать экспериментальную информацию по биологическим объектам; оценивать степень риска работы с генно-инженерными объектами; выбирать подход к созданию биоинженерных конструкций на основе вирусов и оценивать целесообразность использования вирусов для выполнения биоинженерных задач; обосновывать использование различных методов исследования в сфере биоинженерной практики. <b>ИДопк-4.-3</b> Имеет практический опыт: применения методов получения рекомбинантных молекул <i>in vitro</i> , внедрения рекомбинантной ДНК в клетки про-эукариот; исследований безопасности отдельных видов биоинженерной продукции.

<b>Профессиональная компетенция</b>	<b>ПК-1.</b> Способность самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий
<b>ИД ПК-1-2.</b>	Применяет современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой
<b>ИД ПК-1-4.</b>	Участвует в конструировании модифицированных или новых биологических объектов
<b>ИД ПК-1-5.</b>	Использует методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях

## 2. ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Семестр	Шкала оценивания		
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»
	<b>знать</b>		
<b>10</b>	<p>Студент не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины.</p> <p>Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно</p>	<p>Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала, не препятствующие дальнейшему усвоению учебного материала.</p> <p>Имеет несистематизированные знания основного материала без усвоения его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала</p>	<p>Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале.</p> <p>Знает основной материал программы, грамотно его излагает без существенных неточностей в ответе на вопросы билета</p>
			<p>Студент самостоятельно выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины.</p> <p>Знает основной материал программы.</p> <p>Показывает глубокое знание и прочное усвоение программного материала, его логическое и исчерпывающее изложение, умения тесно увязывать теорию с практикой</p>
	<b>уметь</b>		

10	Студент с большими затруднениями отвечает на вопросы и	Студент испытывает затруднения при ответе на вопросы Студент непоследовательно и не систематизировано обосновывает ответы на вопросы	Студент умеет самостоятельно и правильно применить теоретические положения при решении практических вопросов	Студент показывает свободное владение знаниями по теоретическим вопросам билета и обосновывает ответы
<b>владеть</b>				
10	Студент не знает основы генной инженерии.	Студент самостоятельно не может выделить главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала.	Студент владеет знаниями всего изученного программного материала, материал излагает последовательно, но допускает незначительные ошибки и недочеты при воспроизведении изученного материала. Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале.	Студент самостоятельно выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала. Студент владеет основами генной инженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов; экспериментальными навыками, необходимыми для проведения биоинженерных исследований (культивирование клеток различного происхождения, выделение и исследование различными методами клеток и внутриклеточных структур, создание генно-инженерных конструкций, клонирование и другие биоинженерные технологии).

### 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

##### Комплект вопросов для подготовки к экзамену:

1. Выделение геномной ДНК из клеток бактерий методом фенолхлороформной экстракции
2. Выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток.
3. Быстрое выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток для электрофоретического анализа.
4. Выделение ДНК из лейкоцитов крови
5. Выделение ДНК из растительных тканей
6. Горизонтальный электрофорез ДНК в агарозном геле
7. Окраска ДНК
8. Трансформация плазмидной ДНК клеток *E.coli* методом теплового шока (химическая трансформация).
9. Трансформация плазмидной ДНК клеток *E.coli* методом электропорации
10. Трансформация плазмидной ДНК клеток *B. subtilis* методом голодания.
11. Рестрикция ДНК.
12. Дефосфорилирование ДНК.
13. Лигирование ДНК.
14. Полимеразная цепная реакция.
15. Клонирование гена флуоресцентного белка в бактериальный экспрессионный вектор.
16. Выделение рекомбинантного белка, содержащего гексагистидиновый тэг, из клеток *E.coli*.
17. Анализ экспрессии репортерных генов в клетках человека (рассев клеток, трансфекция клеток плазмидой, определение активности люциферазы и бета-галактозидазы в клеточных лизатах).
18. Детекция флуоресцентных белков в трансфицированных клетках человека методом флуоресцентной микроскопии. Детекция белков в лизатах клеток с помощью Вестерн-блота.

##### Шкала оценивания

Оценка	Описание
5	Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к ответу на вопросы, выполнены.
4	Демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к ответу на вопросы, выполнены.
3	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
2	Демонстрирует небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к ответу на вопросы, не выполнены.
1	Демонстрирует непонимание проблемы.
0	Нет ответа.

**Комплект задач для подготовки к экзамену:**

**«Основы молекулярной генетики»**

**Задача 1.** Участок одной из цепей ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ГААГЦАТАЦ...

Определите последовательность нуклеотидов во второй цепи.

Решение:

Согласно принципу комплементарности (А–Т, Г–Ц) последовательность нуклеотидов во второй цепи ДНК будет следующей: Г А А Г Ц А Т А Ц - первая цепочка ДНК Ц Т Т Ц Г Т А Т Г - вторая цепочка ДНК.

**Задача 2.** Укажите последовательность нуклеотидов участка молекулы иРНК, которая образовалась на участке гена с последовательностью нуклеотидов: ЦТГГЦТТАГЦЦГ...

Решение:

Образование информационной РНК идет по тому же механизму, что и самокопирование ДНК: к цитозину присоединяется гуанин, к гуанину – цитозин, к тимину – аденин, однако к аденину ДНК присоединяется не тимин, а урацил РНК.

Таким образом, для решения задачи достаточно произвести замену нуклеотидов по схеме: Ц □ Г, Г □ Ц, А □ У, Т □ А.

В результате получим: Ц Т Г Г Ц Т Т А Г Ц Ц Г - цепочка ДНК Г А Ц Ц Г А А У Ц Г Г Ц - молекула и-РНК

**Задача 3.** Фрагмент молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида, имеет следующее строение: АТАГТЦЦААГГА. Определите последовательность аминокислот в полипептиде.

Решение:

Известна одна цепь ДНК, с которой снимается и-РНК. Строим и-РНК по условиям задачи: УАУЦАГГУУЦЦУ.

Разбиваем ее на триплеты: УАУ, ЦАГ, ГУУ, ЦЦУ.

По таблице генетического кода последовательно находим для каждого триплета соответствующую аминокислоту и строим участок искомого полипептида: –тирозин – глутамин – валин – пролин –.

Итак: АТА ГТЦ ЦАА ГГА - цепочка ДНК УАУ - ЦАГ- ГУУ - ЦЦУ - триплеты и-РНК Тир - Глн - Вал - Про - полипептид.

**Задача 4.** Часть молекулы белка имеет такую последовательность аминокислот: – аланин – тирозин – лейцин – аспарагин –. Какие т-РНК (с какими антикодонами) участвуют в синтезе этого белка?

Решение:

По таблице генетического кода находим кодоны и-РНК: ГЦУ, УАУ, ЦУУ и ААУ. Антикодоны т-РНК будут комплементарны кодонам и-РНК: ЦГА, АУА, ГАА и УУА.

Таким образом: ГЦУ, УАУ, ЦУУ, ААУ - кодоны и-РНК ЦГА, АУА, ГАА, УУА - антикодоны т-РНК.

**Задача 5.** Как изменится структура белка, если из участка гена – АЦАТТТАААГТЦ удалить второй и 10-й слева нуклеотиды?

Решение:

Первоначально строим и-РНК УГУАААУУУЦАГ, а затем, разбив ее на триплеты, строим участок искомого белка в норме: цистеин – лизин – фенилаланин – глутамин.

По условиям задачи из цепи ДНК удаляется второй и десятый (слева) нуклеотиды. Остается ААТТТАААТЦ.

По полученному участку строим цепь и-РНК УУАААУУУАГ, вновь разбив ее на триплеты, находим строение участка белка после произошедших изменений в ДНК: лейцин – аспарагин – лейцин.

До замены: АЦА ТТТ ААА ГТЦ - ДНК УГУ - ААА - УУУ - ЦАГ - и-РНК Цис - Лиз - Фен - Глн - белок После замены: АА Т ТТА ААТ Ц - ДНК УУА - ААУ - УУА - Г - и-РНК Лей - Асн - Лей - белок Сравнивая строение участка белка до и после изменений в ДНК, видим, что произошла замена всех аминокислот, а длина цепи сократилась на одну аминокислоту.

**Задача 6.** Полипептид состоит из следующих аминокислот: лизин – валин – серин – глутаминовая кислота. Определите структуру участка ДНК, кодирующего указанный полипептид.

Решение:

Дана последовательность аминокислот в полипептиде. По этим сведениям нетрудно установить строение и-РНК, которая управляла синтезом данного полипептида. По таблице генетического кода находим структуру триплета для лизина (ААА), валина (ГУУ), серина (УЦУ) и глутаминовой кислоты (ГАА). Подобрал кодирующие триплеты, составляем и-РНК для данного полипептида: АААГ УУУЦУГАА. По цепочке и-РНК можно восстановить участок цепи ДНК, с которой она снималась. Урацил вставал против аденина ДНК, гуанин – против цитозина и т.д.

Следовательно, участок интересующей нас цепи ДНК будет иметь следующее строение: ТТТЦАААГАЦТТ Но ДНК состоит из двух цепочек. Зная строение одной цепи, по принципу комплементарности достраиваем вторую. Целиком участок двухцепочечной ДНК, кодирующий данный полипептид, будет иметь следующее строение: Т Т Т Ц А А А Г А Ц Т Т А А А Г Т Т Т Ц Т Г А А

### **«Ферменты рестрикции и получение гибридной ДНК»**

**Задача 7.** Имеется последовательность из 39 нуклеотидных пар двухцепочечной ДНК следующего состава: 5`-ЦЦТТАГГЦЦТГААТТААГГЦААТАГТТГААТТЦАЦАТГ-3` 3`-ГГААТЦЦГГАЦТТААТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТААГТГТАЦ-5` Каким способом и на сколько частей можно разрезать эту ДНК?

Решение:

В данной последовательности ДНК имеется два участка распознавания: ГААТТЦ для рестриктазы EcoR I и ГГЦЦ для Nae III (см. таблицу 1).

Поэтому искомая ДНК может быть разрезана в двух местах с образованием трёх различных фрагментов следующих последовательностей: 1) 5`-ЦЦТТАГГ- 2) - ЦЦТГААТТААГГЦААТАГТТГГ- 3`-ГГААТЦЦ- - ГГАЦТТААТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТАА- 3) -ААТТЦАЦАТГ-3` -ГТГТАЦ-5`

**Задача 8.** Рестрикционный фермент Hind III разрезает ДНК по последовательности ААГЦТТ.

Насколько часто этот фермент будет разрезать двухцепочечную ДНК? (Иными словами, какова средняя длина фрагментов разрезанной ДНК?).

Решение:

Нам необходимо рассмотреть только одну цепочку ДНК, поскольку обе цепочки имеют одинаковые, симметричные последовательности, хотя и разнонаправленные. Частота встречаемости фрагмента из 6 нуклеотидных пар для Hind III составит  $(1/4)^6 = 1/4096$ , так как вероятность для одного нуклеотида (допустим А) занять конкретное место в цепочке ДНК составляет  $1/4$ , а таких мест имеется 6.

Следовательно, среднее расстояние между участками разрезания рестриктазой Hind III составит около 4 тысяч нуклеотидных пар (4 тысячи баз или 4 килобазы).

**Задача 9.** Гаплоидный геном человека содержит около  $3 \times 10^9$  нуклеотидных пар (н.п.) ДНК. Если вы порежете человеческую ДНК рестрикционным ферментом EcoRI, узнающим гексамерную последовательность ГААТТЦ, то сколько различных рестрикционных фрагментов будет получено?

Решение:

Исходя из предположения, что четыре нуклеотида А, Т, Г, Ц находятся в равных количествах и распределяются в ДНК случайным образом, вероятность для любого из четырех нуклеотидов занять конкретное место в цепочке составляет  $1/4$ . Вероятность для двух нуклеотидов (например, АГ) занять конкретное место составит  $1/4 \times 1/4 = (1/4)^2$ , а вероятность для специфической гексамерной последовательности будет равна  $(1/4)^6 = 1/4096$ .

Следовательно, EcoRI будет разрезать молекулу человеческой ДНК в среднем один раз на 4096 нуклеотидных пар. Если молекула ДНК разрежется  $n$  раз, то в результате получается  $n+1$  фрагмент. Гаплоидный геном из  $3 \times 10^9$  нуклеотидных пар содержит около 732 422 ( $3 \times 10^9 / 4096$ ) мест разреза для рестриктазы EcoRI. Если бы полный геном человеческой ДНК состоял из одной молекулы, то EcoRI могла бы разрезать его на  $732\,422 + 1$  фрагмент. Но поскольку места разрезания распределены по 23 хромосомам, то в результате полного расщепления человеческой ДНК рестриктазой EcoRI должно получиться  $732\,422 + 23$  рестрикционных фрагмента.

**Задача 10.** Ниже приведены последовательности двух фрагментов ДНК, выделенных из организмов разных видов. 1) 5'-АГЦАТАЦТГТГААТТЦАЦА-3' 2) 5'-АТГААТТЦТТАГЦАТАЦ-3' 3'-ТЦГТАТГАЦАЦТТААГТГТ-5' 3'-ТАЦТТААГААТЦГТАТГ-5' С помощью каких ферментов можно получить гибридную молекулу ДНК из этих фрагментов? Опишите последовательные этапы получения гибридной молекулы.

Решение:

На первом этапе необходимо разрезать представленные фрагменты ДНК разных видов с помощью подходящих рестрикционных ферментов. В данном случае можно использовать рестриктазу EcoRI, которая расщепит ДНК двух видов на четыре новых фрагмента 1а, 1б и 2а, 2б с липкими концами ААТТ и ТТАА: 1а) 5'-АГЦАТАЦТГТГ 1б) ААТТЦАЦА-3' 3'-ТЦГТАТГАЦАЦТТАА ГТГТ-5' 2а) 5'-АТГ 2б) ААТТЦТТАГЦАТАЦ-3' 3'-ТАЦТТАА ГААТЦГТАТГ-5' В ходе второго этапа необходимо смешать нужные нам фрагменты 1а и 2б. В результате выступающие липкие концы скреплятся между собой, как им и положено, водородными связями в силу комплементарности. 5'-АГЦАТАЦТГТГ А-

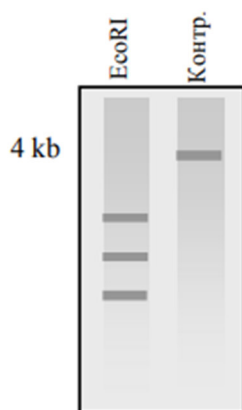
А-Т-Т-ЦТТАГЦАТАЦ-3` 3`-ТЦГТАТГАЦАЦ-Т-Т-А-А ГААТЦГТАТГ-5` Окончательное скрепление фрагментов 1а и 2б двух молекул ДНК производит специализированный фермент ДНК-лигаза, которая “сшивает“ между собой сахарофосфатные остовы обоих фрагментов с образованием полной структуры двойной спирали ДНК.

**«Анализ и использование фрагментов ДНК (ДНКовых последовательностей)»**

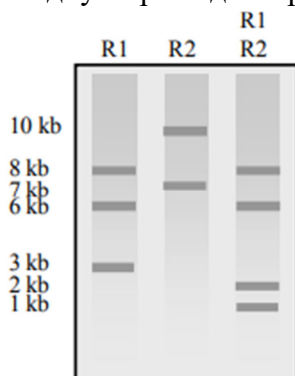
**Задача 11.** Фрагмент человеческой ДНК длиной 4 тысячи нуклеотидных пар имеет два сайта рестрикции для фермента EcoRI. Как будет выглядеть Гончаренко Г. Г. Основы генетической инженерии 55 электрофореграмма, окрашенная этидиум бромидом, после электрофореза в агарозном геле образца данной ДНК, разрезанной этой рестриктазой на неровные части?

Решение:

После электрофореза в агарозном геле образец данной ДНК, разрезанный рестриктазой EcoRI по двум сайтам рестрикции на электрофореграмме, окрашенной этидиум бромидом, будет представлен тремя фракциями различной подвижности. Схематическое изображение электрофореграммы одного из возможных вариантов спектра показано на рисунке справа. Поскольку исходный фрагмент был размером 4 кб, то естественно, все три фрагмента будут меньшей величины.



**Задача 12.** Молекула ДНК величиной 17 кб была разрезана на фрагменты двумя рестриктазами. Результаты электрофоретического анализа в агарозном геле, полученных фрагментов ДНК после окраски этидиум бромидом представлены на фореграмме рис. 3.



**Рис. 3.**  
Электрофореграмма ДНК-фрагментов (R1 и R2 - рестриктазы)

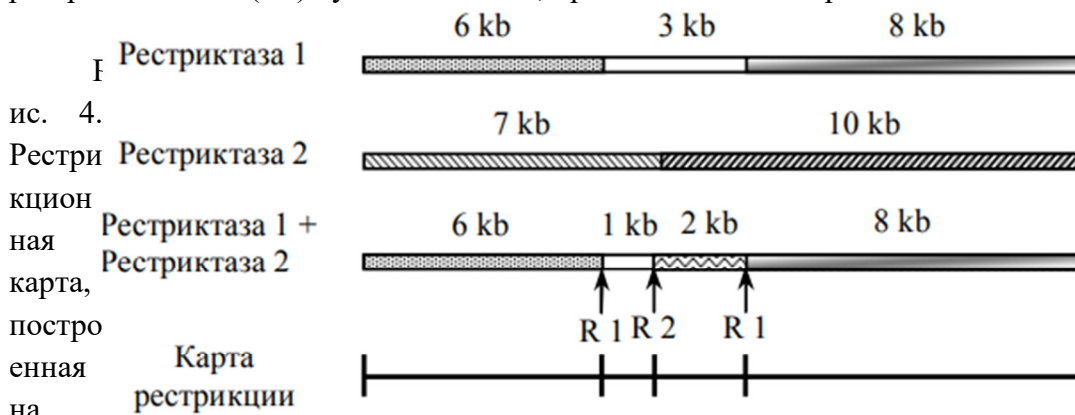
При разрезании рестриктазой № 1 ДНК разрезается на три фракции величиной 8, 6 и 3 кб, а при разрезании рестриктазой № 2 на две фракции – 10 и 7 кб. ДНК, разрезанная сразу двумя рестриктазами № 1 и № 2, состоит из четырёх фракций величиной 8, 6, 2 и 1 кб. В каком порядке полученные рестрикционные фрагменты расположены в исходной молекуле ДНК величиной 17 кб? Иными словами, необходимо построить рестрикционную карту ДНК 17кб.

Решение:

В этом упрощённом примере исходная молекула ДНК величиной 17 кб разрезается на три фракции ферментом № 1 в двух местах, т.е. имеется два сайта рестрикции для рестриктазы № 1. Однако неясно, в середине или с краю исходной ДНК расположен фрагмент величиной 3 кб. Совместное разрезание ферментами № 1 и № 2 оставляет нетронутыми фракции длиной 8 и 6 кб, но разрезает фрагмент 3 кб на две части длиной 2 и 1 кб, что указывает на наличие сайта рестрикции для рестриктазы № 2 в пределах фрагмента рестриктазы № 1.

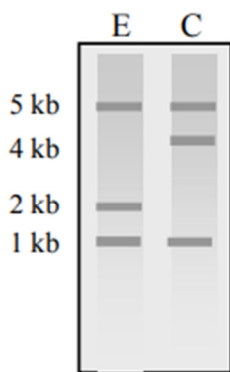
Если бы фрагмент 3 кб был на краю исходной молекулы 17 кб, использование только фермента № 2 позволило бы получить фрагменты 2 кб и 1 кб. Но так как этого не произошло, то из трёх рестрикционных фрагментов, полученных при помощи фермента №1, фрагмент длиной 3 кб должен быть расположен в середине.

Таким образом, рестрикционная карта исходной ДНК для рестриктазы № 1 (R1) и рестриктазы № 2 (R2) будет иметь вид, представленный на рис. 4.



Тот факт, что сайт R2 расположен ближе к участку длиной 6 кб, следует из величины участков в 7 и 10 кб, полученных при разрезании исходной ДНК только рестриктазой № 2.

**Задача 13.** Исследователям удалось выделить специальный зонд, способный гибридизоваться с участком хлоропластной ДНК (хлДНК) у любых видов хвойных. Авторадиограмма образцов хлоропластной ДНК родительских видов пихт европейской



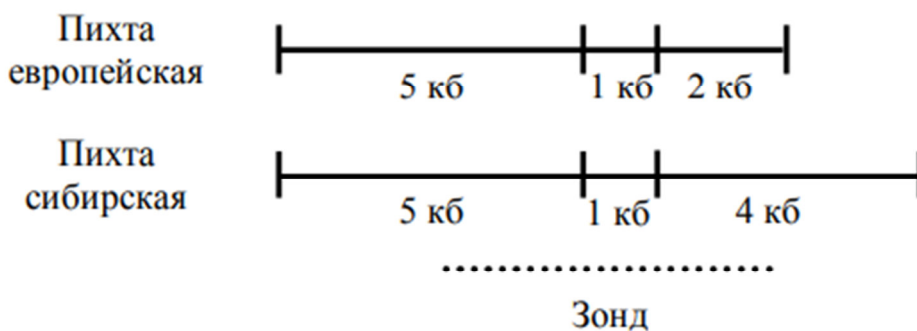
(Е) и сибирской (С), обработанных рестрикционным ферментом и результаты последующей Саузерн-блот гибридизации с использованием радиоактивного зонда представлены на рисунке справа. Каковы будут рестрикционные карты у родительских видов пихт?

Решение:

Исходя из данных, представленных на авторадиограмме, величина одного из фрагментов ДНК, которые гибридизуются со специальным зондом у деревьев пихты сибирской будет длиннее на 2 кб. Рестрикционные карты двух видов пихт будут иметь следующий вид:

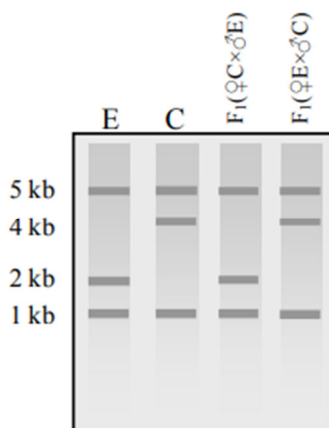
следующий вид:

**Задача 14.** При скрещивании между деревьями пихты европейской и пихты сибирской было получено 20 потомков. Каковы будут их рестрикционные спектры на авторадиограмме после Саузерн-блот гибридизации с хлоропластным зондом в случае, когда материнскими деревьями служила пихта европейская, а пыльца бралась от пихты сибирской и наоборот?

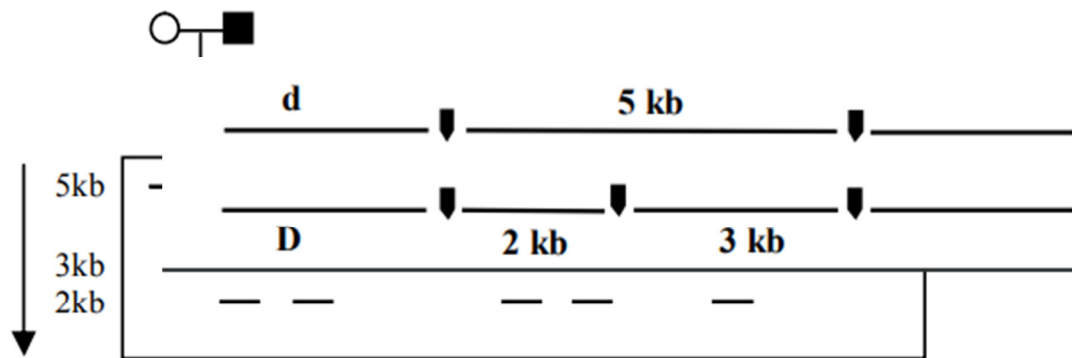


Р  
е  
ше  
ние:  
Т  
ак  
как  
хлор  
опла  
сты

у голосеменных всегда наследуются по отцовской линии, то у гибридов  $F_1(\text{♀}C \times \text{♂}E)$  спектр на авторадиограмме будет аналогичный спектру пихты европейской. При реципрокном скрещивании у гибридов  $F_1(\text{♀}E \times \text{♂}C)$  на авторадиограмме спектр рестрикционных фрагментов будет аналогичный таковому у пихты сибирской.

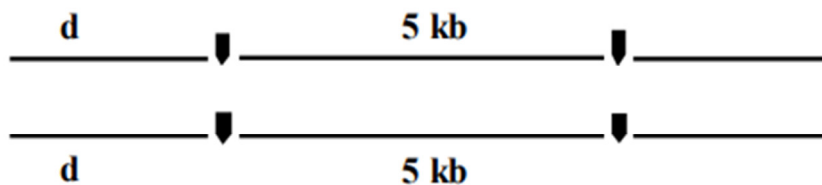


**Задача 15.** Анализ ДНК был проведен в большой семье, среди членов которой наблюдалось доминантное аутосомное заболевание, проявляющееся в 40 лет и позже. Образцы ДНК каждого члена семьи обработали рестрикционным ферментом TagI и полученные фрагменты ДНК разделили при помощи электрофореза в агарозном геле. Затем провели Саузерн-блот гибридизацию с использованием радиоактивной пробы, состоящей из фрагмента клонированной ДНК человека. Родословная исследованной семьи и полученная автордиограмма электрофорезированной ДНК представлены на рисунке ниже. Черным отмечены члены семьи, имеющие заболевание. Проанализируйте полные взаимоотношения между полученными с помощью радиоактивной пробы спектрами ДНК членов семьи и геном болезни. Нарисуйте соответствующие хромосомные участки родителей.



Решение:

Использованные радиоактивные ДНК-пробы позволили выявить на автордиограмме три фракции ДНК размером 5, 3 и 2 кб. Все члены семьи имеют 5-кб фрагмент. У пяти из шести членов семьи, имеющих заболевание, присутствуют 3 и 2-кб ДНК-фрагменты, тогда как у здоровых они отсутствуют. Следовательно, эти два фрагмента, вероятно, сцеплены в cis-положении с аллелем, несущим заболевание. Поскольку фрагменты 3 и 2 добавляются к 5-кб фрагменту, вероятное построение отцовских хромосом является следующим: где D – аллель, определяющий заболевание, а стрелками отмечены сайты для рестрикционного фермента TagI. Соответственно строение материнских хромосом будет иметь следующий вид:



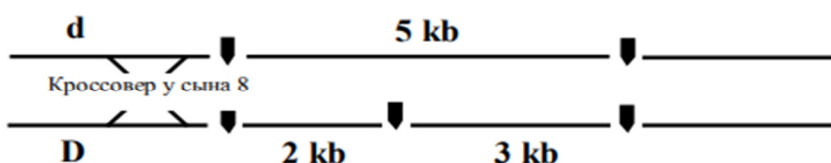
3

адач  
а 16.  
Испо

льзуя схему автордиограммы из предыдущей задачи, ответьте каким образом можно объяснить спектр последнего сына?

Решение:

Последний сын наиболее вероятно представляет кроссовер между локусом несущим заболевание и маркерным локусом, произошедшим в результате кроссинговера в хромосоме с D и 5-кб фрагментами.



**Задача 17.** Мутация, вызывающая болезнь – серповидно-клеточная анемия (СКА), обусловлена заменой всего одного нуклеотида в ДНК β-глобинового гена. Причем, в результате этой мутации пропадает сайт рестрикции для фермента MstII, который присутствует в нормальном гене. Как можно использовать эту информацию для консультации семей, проживающих в районах высокой концентрации этой мутации, на предмет выявления носителей данного наследственного заболевания? Какие молекулярно-генетические эксперименты для этого необходимо провести?

Решение:

Мутацию β-глобинового гена, приводящую к заболеванию можно достаточно легко выявлять, используя молекулярно-генетические методы. Для этого необходимо индивидуальные образцы ДНК обработать рестриктазой MstII. Затем, полученные рестрикционные фрагменты подвергнуть электрофоретическому фракционированию в агарозном геле с последующей Саузерн-блот гибридизацией, используя в качестве зонда меченый фрагмент β-глобиновой ДНК. Поскольку в результате мутационной замены нуклеотида в ДНК β-глобинового гена происходит потеря сайта рестрикции для MstII, который присутствует в нормальном гене, то на автордиограмме (рис. 5) образцов, взятых у здоровых людей будут присутствовать две фракции (размером 1.1 и 0.2 кб), тогда как в образцах, взятых у людей страдающих серповидно-клеточной анемией, будет присутствовать дополнительная «тяжелая» (неразрезанная) фракция ДНК (величиной 1.3 кб).

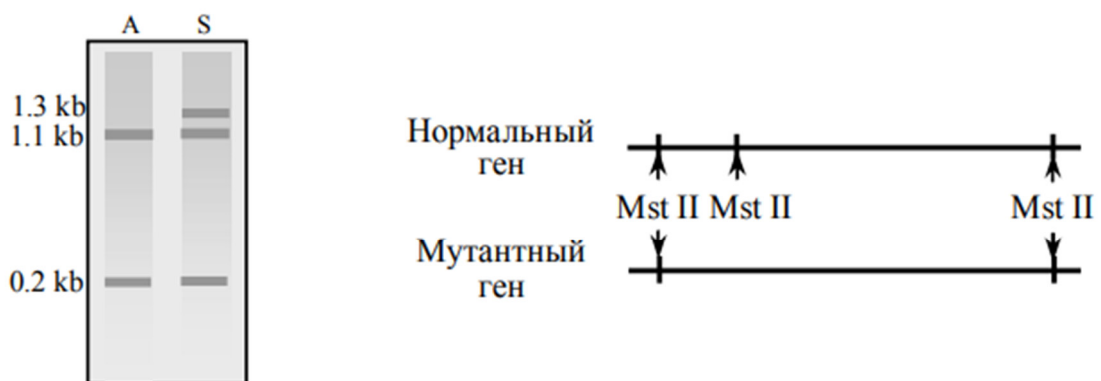


Рис. 5. Автордиограмма и рестрикционные карты, построенные на основе анализа электрофоретического фракционирования фрагментов ДНК β-глобинового гена, полученных в результате действия рестриктазы Mst II.

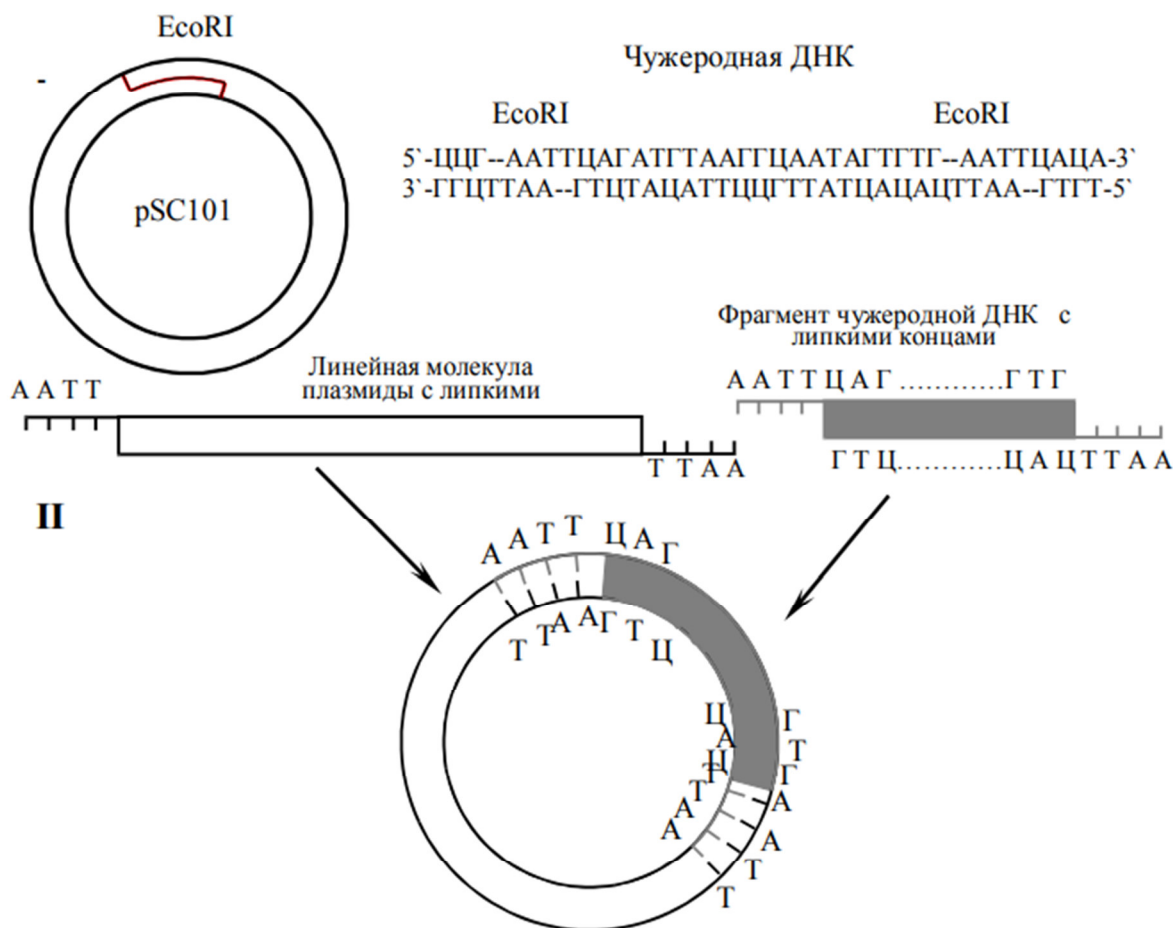
Таким образом, для консультации семей, проживающих в районах высокой концентрации мутации, вызывающей серповидно-клеточную анемию, наиболее целесообразно использовать молекулярно-генетические методы, включающие рестрикционный и Саузерн-блот анализ, которые дают возможность достаточно легко выявлять носителей данного заболевания.

**«Плазмидные вектора – специальные устройства для доставки и клонирования чужеродных генов»**

**Задача 18.** Кольцевая плазмида pSC101 несет только один участок расщепления рестриктазой EcoRI. Какой из приведённых ниже фрагментов ДНК можно встроить в данную плазмиду? 5'-ЦЦГААТТЦАГАТГТААГГЦААТАГТГТГААТТЦАЦА-3' 3'-ГГЦТТААГТЦТАЦАТТЦГТТТАТЦАЦАЦТТААГТГТ-5'  
 5'-ЦЦТТААГГЦЦТГААТТААГГЦААТАГТГТГААТЦАЦАТГ-3'  
 3'-ГГААТЦЦГГАЦТТААТТЦГТТТАТЦАЦАЦТТААГТГТАЦ-5'

Решение:

Поскольку плазмида pSC101 несет один участок расщепления рестриктазой EcoRI, то в неё можно встроить только тот фрагмент ДНК, который также может быть разрезан рестриктазой EcoRI. Поэтому из двух фрагментов двухцепочечной ДНК, приведённых выше, в плазмиду pSC101 можно встроить лишь первый, так как только он содержит участки разрезания для EcoRI. Схематически этапы встраивания участка чужеродной ДНК изображены на рисунке:

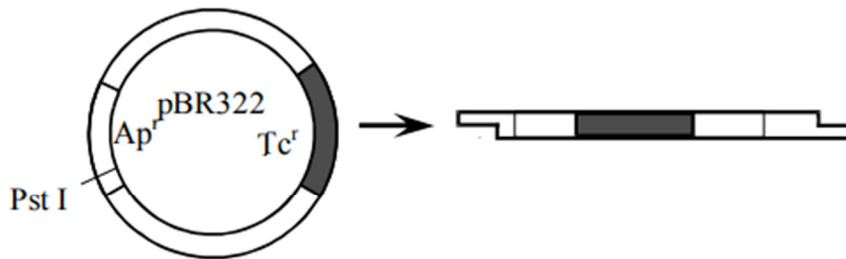


На первом этапе EcoR I разрезает по сайтам рестрикции плазмиду и первую молекулу ДНК с образованием фрагментов ДНК с липкими концами. На втором этапе происходит гибридизация линейной молекулы плазмиды и фрагмента чужеродной ДНК с последующим образованием кольцевой молекулы вектора со встроенным участком чужеродной ДНК и сшивание их при помощи фермента лигазы.

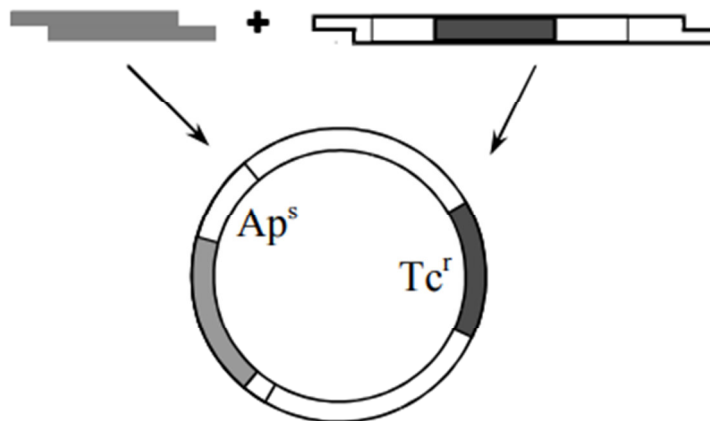
**Задача 19.** При помощи рестриктазы Pst I получен фрагмент двухцепочечной ДНК с липкими концами. Можно ли встроить данный фрагмент в плазмиду pBR322? Как подтвердить, что фрагмент чужеродной ДНК встроен в плазмиду pBR322?

Решение:

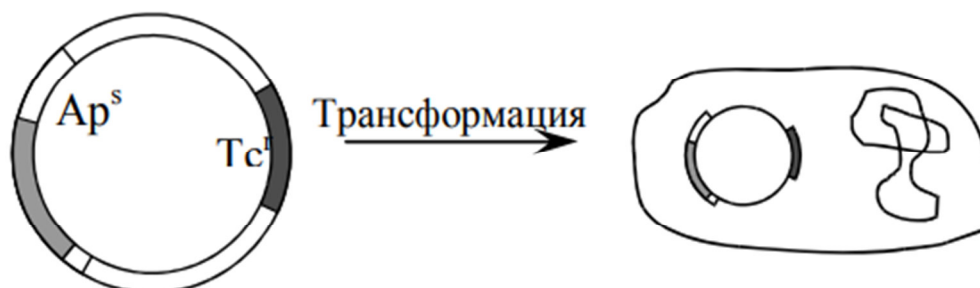
Данный фрагмент ДНК можно встроить в плазмиду pBR322, поскольку она несет участок расщепления рестриктазой Pst I. Процесс вставки фрагмента в плазмиду аналогичен таковому в предыдущей задаче. На первом этапе под действием рестриктазы Pst I, узнающей последовательность ЦТГЦАГ, получают линейную молекулу плазмиды с липкими концами:



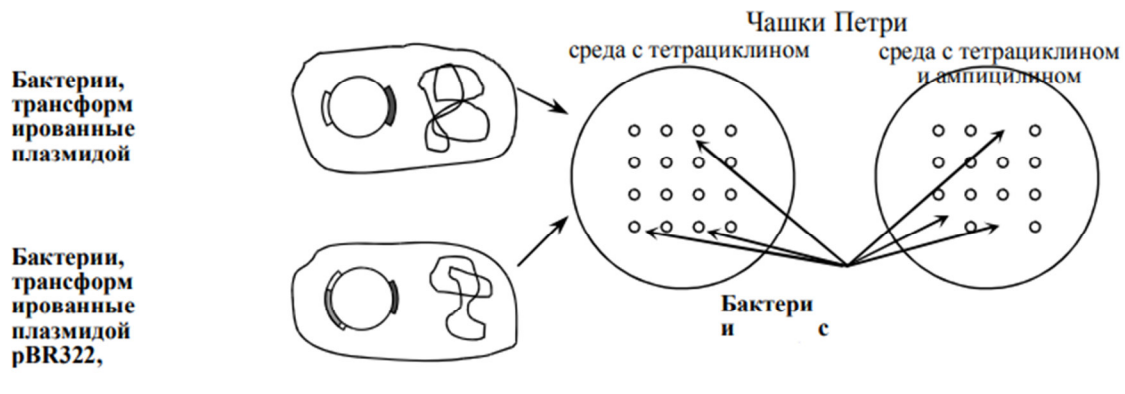
На втором этапе происходит гибридизация линейной молекулы плазмиды с фрагментом ДНК с последующим сшиванием ферментом лигазой:



Так как сайт рестрикции для Pst I находится в гене устойчивости (резистентности) к ампициллину, то при вставке чужеродной ДНК по месту разреза будет нарушена целостность гена Ap<sup>r</sup>.



Соответственно исчезнет признак устойчивости к ампициллину, кодируемый данным геном. Для того, чтобы подтвердить наличие чужеродной ДНК, гибридную плазмиду вводят в бактерию.



ранс  
фор  
мир  
ован  
ные  
плаз  
мид  
ой  
бакт

ерии помещают на среду в чашку Петри, содержащую только тетрациклин. Затем переносят реплику (отпечаток) колоний на среду, содержащую и тетрациклин, и ампициллин. Если бактериальные колонии растут на среде содержащей тетрациклин, но не растут на среде с двумя антибиотиками, то это означает, что данные бактерии несут плазмиды с чужеродной ДНК, встроенной в ген устойчивости к ампициллину. Иными словами, встроить данный фрагмент в плазмиду pBR322 при помощи рестриктазы Pst I удалось.

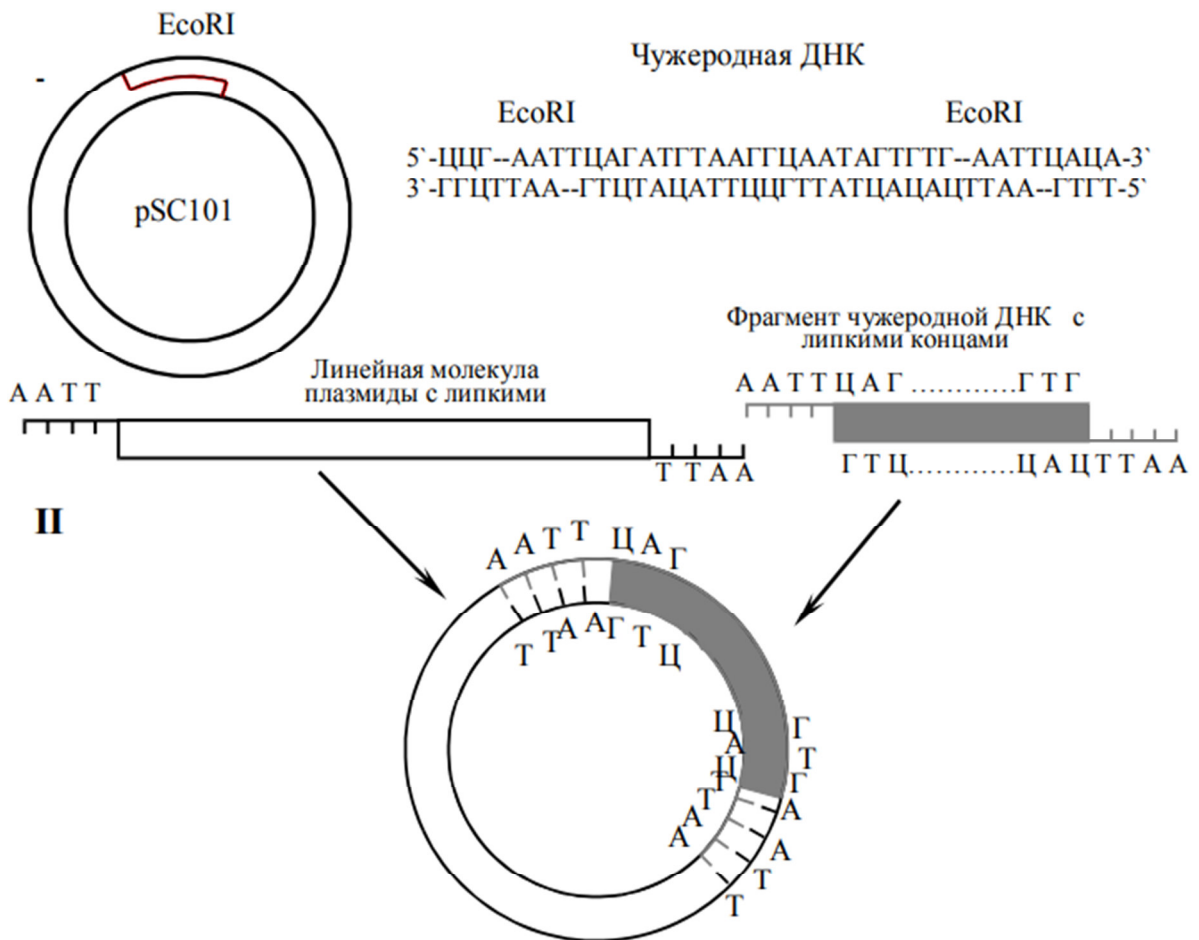
**«Плазмидные вектора – специальные устройства для доставки и клонирования чужеродных генов»**

**Задача 20.** Кольцевая плаزمида pSC101 несет только один участок расщепления рестриктазой EcoR1. Какой из приведённых ниже фрагментов ДНК можно встроить в данную плазмиду? 5'-ЦЦГААТТЦАГАТГТААГГЦААТАГТГГААТТЦАЦА-3' 3'-  
ГГЦТТААГТЦТАЦАТТЦГТТАТЦАЦАЦТТААГТГТ-5' 5'-  
ЦЦТТААГТЦТГААТТААГГЦААТАГТГГААТТЦАЦАТГ-3' 3'-  
ГГААТТЦГГАЦТТААТТЦГТТАТЦАЦАЦТТАГТГТАЦ-5'

Решение:

Поскольку плазмиды pSC101 несет один участок расщепления рестриктазой EcoR1, то в неё можно встроить только тот фрагмент ДНК, который также может быть разрезан рестриктазой EcoR1. Поэтому из двух фрагментов двухцепочечной ДНК, приведённых выше, в плазмиду pSC101 можно встроить лишь первый, так как только он содержит участки разрезания для EcoR1.

Схематически этапы встраивания участка чужеродной ДНК изображены на рисунке:

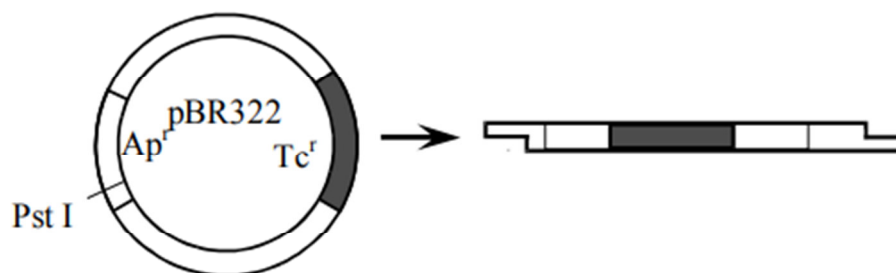


На первом этапе EcoR I разрезает по сайтам рестрикции плазмиду и первую молекулу ДНК с образованием фрагментов ДНК с липкими концами. На втором этапе происходит гибридизация линейной молекулы плазмиды и фрагмента чужеродной ДНК с последующим образованием кольцевой молекулы вектора со встроенным участком чужеродной ДНК и сшивание их при помощи фермента лигазы.

**Задача 21.** При помощи рестриктазы Pst I получен фрагмент двухцепочечной ДНК с липкими концами. Можно ли встроить данный фрагмент в плазмиду pBR322? Как подтвердить, что фрагмент чужеродной ДНК встроен в плазмиду pBR322?

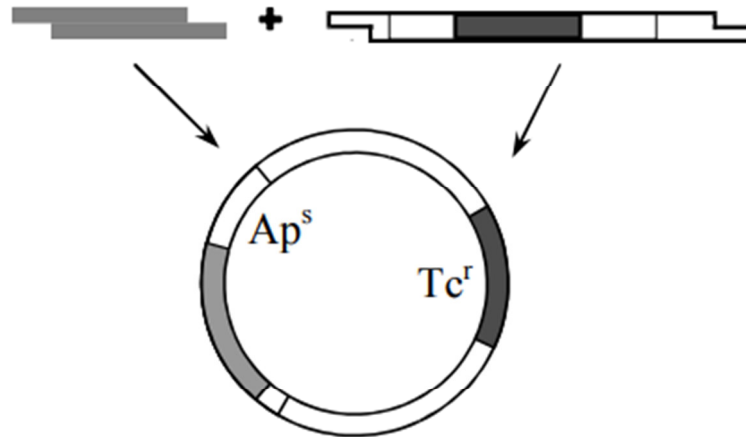
Решение:

Данный фрагмент ДНК можно встроить в плазмиду pBR322, поскольку она несет участок расщепления рестриктазой Pst I. Процесс вставки фрагмента в плазмиду аналогичен таковому в предыдущей задаче. На первом этапе под действием рестриктазы Pst I, узнающей последовательность ЦТГЦАГ, получают линейную молекулу плазмиды с липкими концами:

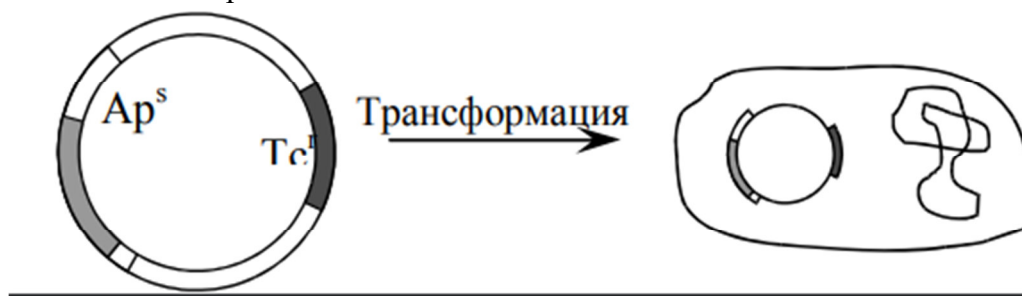


На втором этапе происходит гибридизация

линейной молекулы плазмиды с фрагментом ДНК с последующим сшиванием ферментом лигазой:



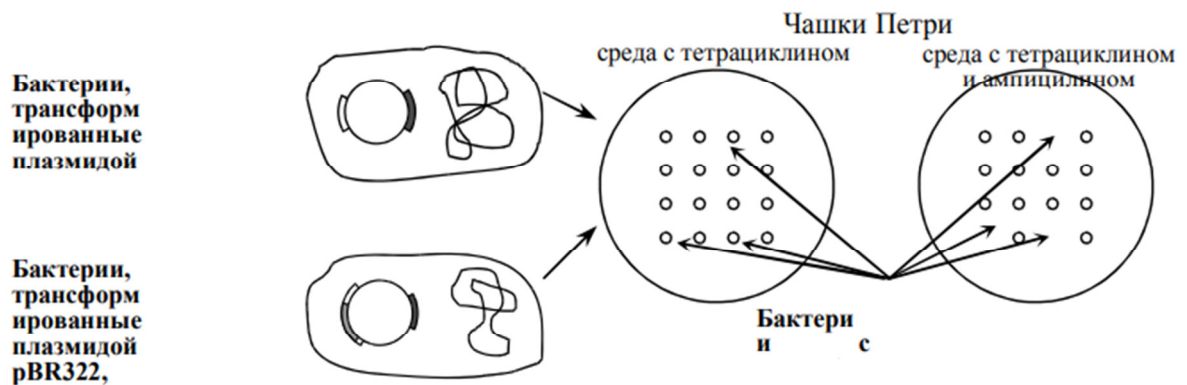
Так как сайт рестрикции для Pst I находится в гене устойчивости (резистентности) к ампициллину, то при вставке чужеродной ДНК по месту разреза будет нарушена целостность гена Ap.



С

оот  
вет  
ств  
ен  
но  
исч

езнет признак устойчивости к ампициллину, кодируемый данным геном. Для того, чтобы подтвердить наличие чужеродной ДНК, гибридную плазмиду вводят в бактерию.



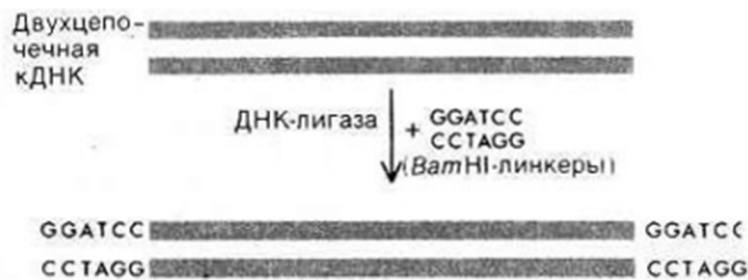
Трансформированные плазмидой бактерии помещают на среду в чашку Петри, содержащую только тетрациклин. Затем переносят реплику (отпечаток) колоний на среду, содержащую и тетрациклин, и ампициллин. Если бактериальные колонии растут на среде содержащей тетрациклин, но не растут на среде с двумя антибиотиками, то это означает, что данные бактерии несут плазмиды с чужеродной ДНК, встроенной в ген устойчивости к ампициллину. Иными словами, встроить данный фрагмент в плазмиду pBR322 при помощи рестриктазы Pst I удалось.

**«Фаговые и космидные вектора и создание геномных библиотек»**

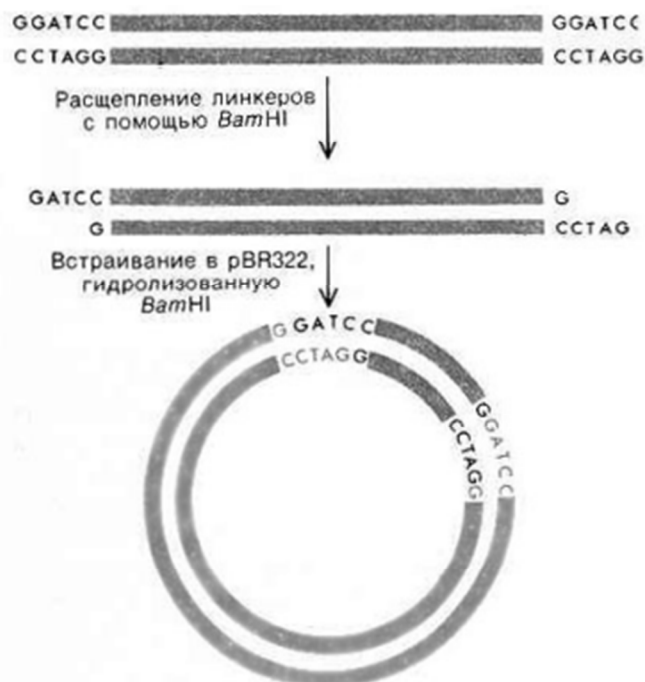
**Задача 22.** Из семнадцатой хромосомы мыши удалось выделить интересный ген, расположенный во фрагменте ДНК величиной около 9 кб. Причем по обоим краям этого фрагмента имеются сайты рестрикции для фермента EcoR1. Можно ли успешно клонировать этот фрагмент ДНК мыши в бактериофаге λ?

Решение:

Успешно клонировать фрагмент ДНК мыши величиной 9 кб в бактериофаге λ не удастся. Даже если этот фрагмент мыши на краях имеет сайты рестрикции для фермента EcoR1 и успешно встроится в ДНК бактериофага λ, все равно ДНК фага не достигнет размера 45 кб, т.е. окажется слишком мала для того, чтобы упаковаться в белковую оболочку (головку фага) и соответственно не сможет успешно размножиться (клонироваться). 3.2. Исследователям в ходе трудоёмких экспериментов по мРНК, используя фермент обратную транскриптазу удалось получить кДНК гена Adh крысы. Для дальнейших экспериментов потребовалось большое количество кДНК этого гена. Каким оптимальным способом исследователям можно клонировать кДНК гена Adh крысы для наработки его достаточного количества? Решение: Полученную кДНК гена Adh крысы можно успешно клонировать в плазмиде pBR322, трансформировав ею E. coli. На первом этапе к концам двухцепочечной кДНК гена Adh нужно с помощью фермента ДНК-лигазы пришить Bam I линкеры.



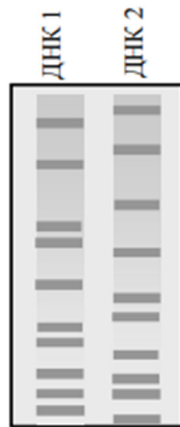
Затем с помощью рестриктазы Bam I необходимо расщепить линкерные участки и кДНК, содержащую теперь липкие концы встроить в плазмиду pBR322 разрезанную той же рестриктазой.



И наконец полученную рекомбинантную плазмиду, содержащую нашу кДНК нужно ввести в клетки штамма *E. coli*, где она будет клонироваться (размножаться). Причём трансформированные нашей рекомбинантной плазмидой штаммы *E. coli* будут успешно размножаться в чашках Петри только на культуральных средах не содержащих тетрациклин, поскольку введённая кДНК по рестрикционному сайту *Vam1* нарушит целостность гена *Tcr* в плазмиде *pBR322*.

**«Генная дактилоскопия и полный сиквенс (прочтение) нуклеотидных последовательностей ДНК»**

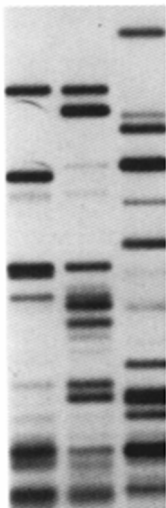
**Задача 23.** Образцы человеческой ДНК обработанные рестриктазами были проанализированы методом фингерпринта с использованием радиактивно меченого зонда комплементарного к звеньям минисателлитной ДНК. Схематическое изображение радиограммы проведённого фингерпринта ДНК представлены на рисунке справа. Исходя из характера спектра укажите у одного или двух человек была взята ДНК для анализа?



Решение:

В каждом спектре образцов ДНК представленных на радиограмме с права насчитывается по 10 фракций. Поскольку только 1 фракция у двух образцов полностью совпадает, в то время, как по 9 фракциям имеются чёткие отличия можно однозначно заключить, что ДНК 1 и ДНК 2 взята для фингерпринта у двух неродственных индивидумов.

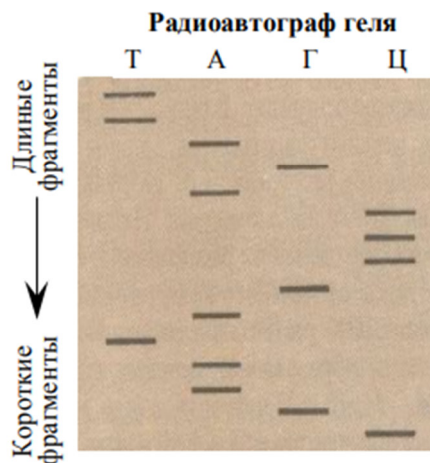
**Задача 24.** На рисунке справа представлено изображение радиограммы образцов ДНК трёх человек, проанализированных методом фингерпринта с использованием радиактивно меченого зонда, комплементарного к звеньям минисателлитной ДНК. Исходя из характера спектра на радиограмме ДНК полученной в результате фингерпринта укажите возможно ли наличие родственных связей у проанализированных трёх человек?



Решение:

Родственные связи возможны только между исследованными индивидуумами №1 и №2, поскольку из первых 15 фракций ДНК у них совпадает 5. В тоже время индивидуум №3 не может иметь с двумя первыми никаких родственных связей, т. к. из 17 первых фракций у него с ними не совпадает ни одной ни по интенсивности, ни по электрофоретической подвижности.

**Задача 25.** Нуклеотидная последовательность короткого рестриционного фрагмента ДНК длиной в 15 нуклеотидов была сиквенирована методом Максама-Гилберта. На основе спектра представленного на радиограмме справа определите (прочитайте) нуклеотидную последовательность фрагмента ДНК.



Решение:

Суть метода прочтения (определения) нуклеотидной последовательности по результатам электрофореза на радиоавтографе геля заключается в следующем. Чтение нуклеотидной цепочки начинается с радиоактивно меченого конца. Чем короче радиоактивный фрагмент на геле, тем ближе искомый нуклеотид расположен к началу цепочки. Поэтому самый короткий радиоактивный фрагмент и соответственно первый нуклеотид располагаются в самой нижней части геля. На нашей радиограмме это нуклеотид Ц, второй Г, третий и четвёртый А, пятый Т, шестой А и т.д. вверх по радиоавтографу геля.

Таким образом нуклеотидная последовательность короткого рестриционного фрагмента ДНК из 15 нуклеотидов по результатам сиквенирования представленного на данной радиограмме следующая: ЦГААТАГЦЦАГАТТ.

**Задача 26.** Используя для анализа электрофоретический спектр, представленный на радиограмме рис. 2 определите коэффициент специфичности нуклеотидного состава для ДНК человека по результатам сиквенирования 20 нуклеотидов в данном рестриционном фрагменте ДНК.

Решение:

Первый нуклетид в данном фрагменте будет Т, второй А, третий Т, четвертый Ц и т.д. вверх по радиоавтографу геля. В целом нуклеотидная последовательность рестриционного фрагмента ДНК из 20 нуклеотидов по результатам секвенирования представленного на радиограмме (рис. 2) следующая: ТАТЦАГАТЦТГЦААЦ-ТЦАТА. Соотношение нуклеотидных пар Г+Ц к А+Т, составляющих коэффициент специфичности для данного фрагмента ДНК человека будет 7/13 или 0.53.

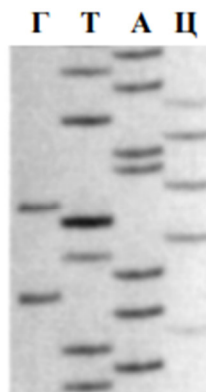


Рис. 2. Схема радиограммы сиквенса ДНК человека

**«Аmplификация фрагментов ДНК с помощью метода ПЦР (полимеразной цепной реакции)»**

**Задача 27.** Для идентификации членов семьи, захороненных в начале XX в., из костных останков ученым удалось получить лишь около 10 копий небольших фрагментов ДНК, содержащих нужный ген. Такое ограниченное количество копий ДНК не позволяет провести секвенирование и электрофоретический анализ гена, что исключает генетическую идентификацию и дактилоскопию членов семьи. Каково будет количество копий ДНК нужного гена, если исследователю удастся провести 20 успешных циклов амплификации (размножения) фрагментов ДНК из костных останков, используя метод полимеразной цепной реакции (ПЦР)?

Решение:

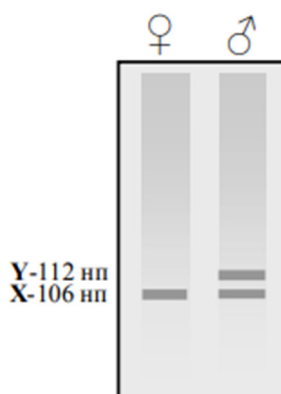
Если исследователю удастся провести 20 успешных циклов амплификации (размножения) фрагментов ДНК из костных останков членов семьи, захороненных в начале XX в., используя метод полимеразной цепной реакции (ПЦР), то количество копий ДНК нужного гена составит  $10 \times 2^{20} = 10485760$ . Иными словами, за 20 успешных циклов будет получено более 10 миллионов копий ДНК, содержащих нужный ген. Такого количества копий ДНК будет достаточно для любого молекулярно-генетического анализа, включая отпечаток пальца и секвенирование.

**Задача 28.** У человека ген кодирующий компонент зубной эмали – амелогенин расположен в половых хромосомах X и Y. Причем длина этого гена в X хромосоме составляет 106 нуклеотидных пар, тогда как в Y хромосоме он на 6 пар длиннее. Как будут выглядеть электрофоретические спектры образцов ДНК, гена амелогенина взятых из костных останков мужчины и женщины и амплифицированных (размноженных) методом ПЦР, после электрофореза в агарозном геле?

Решение:

Образцы ДНК, гена амелогенина взятые из костных останков мужчины и женщины и амплифицированные (размноженные) методом ПЦР на электрофореграмме после

электрофореза в агарозном геле будут представлены отличающимися спектрами. Схематическое изображение электрофореграммы образцов ДНК мужчины и женщины показано на рисунке справа.



Поскольку мужской ген амелогенина расположенный в Y хромосоме был размером на 6 нуклеотидных пар тяжелее, то естественно, на фореграмме его фракция будет двигаться медленнее и располагаться ближе к старту. В целом мужской спектр состоит из двух фракций, одна длиной 112 н.п. образованная геном амелогенина Y хромосомы и одна 106 н.п. образованная геном X хромосомы. У женщин имеются 2 X хромосомы, которые производят лишь один фрагмент величиной 106 нуклеотидных пар.

**Задача 29.** Во время пожара в помещении погибло 3 молодых человека. Родительская пара хотела бы точно знать, нет ли среди погибших их сына, который накануне не вернулся домой. При молекулярно-генетической дактилоскопии останков 3 погибших генетики выделили ДНК из костей и после ПЦР-амплификации, используя метод фингерпринта ДНК, проанализировали гены А и Б, которые содержат тандемно повторяющиеся последовательности вариабельной длины. Они так же проанализировали эти два гена у родительской пары. Результаты анализа представлены в таблице справа, где число показывает количество копий тандемного повтора в каждом аллели. Например, у погибшего №3 имеется один аллель с 8, а другой аллель с 9 копиями тандемных повторов в гене А. Исходя из полученных данных, можно ли указать, кто из трех погибших может быть сыном этой родительской пары?

Образцы	Ген А	Ген Б
юноша №1	6/8	5/5
юноша №2	7/8	5/7
юноша №3	8/9	7/7
мать	8/8	3/5
отец	7/10	7/7

Решение:

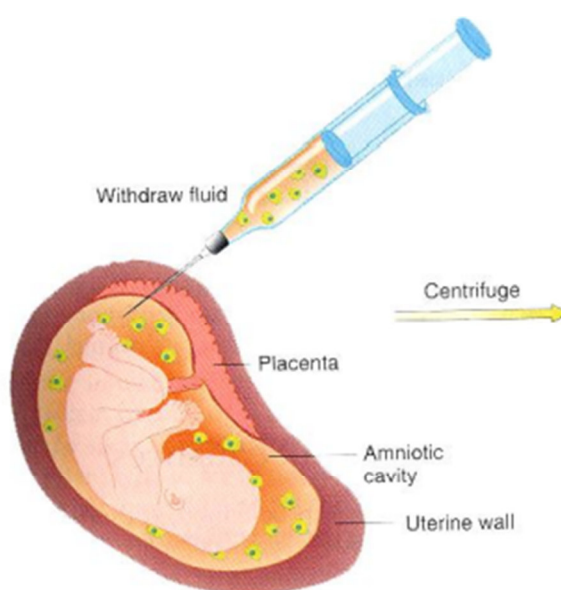
Исходя из полученных данных по молекулярно-генетической дактилоскопии ДНК амплифицированной ПЦР из костей останков 3 юношей и результатов анализа методом фингерпринта ДНК, различных аллелей, содержащих тандемные повторы в генах А и Б у

погибших и родительской пары (таблица справа), можно однозначно сказать, что сыном этой пары может быть только юноша №2. Поскольку только у него по гену А имеется аллель 7 полученный от отца и аллель 8 от матери, и по гену Б имеется аллель 5 полученный от матери и аллель 7 от отца. Как следует из данных таблицы генотипы двух других юношей не могли возникнуть от брака этой родительской пары.

**Задача 30.** Болезнь Хантингтона, как уже отмечалось в занятии 3, является аутосомно-доминантным заболеванием, при котором происходит нейродегенеративное расстройство, приводящее к летальному исходу. Четкие симптомы этой болезни начинают проявляться только у взрослых как правило после 35 лет. Семья, в которой один из супругов страдает заболеванием Хантингтона, ждёт ребенка. Они хотели бы уже на эмбриональной стадии на основе молекулярной диагностики определить, болен ли этим заболеванием их будущий ребенок. Выполнима ли эта задача на современном уровне развития генетики?

Решение:

Да, при современном уровне развития генетики эта задача выполнима. В настоящее время имеется возможность молекулярногенетической диагностики данного заболевания уже у ребенка любого возраста, включая эмбриональную стадию на основе метода Саузерн-блот анализа. Для этого на первом этапе необходимо изъять несколько эмбриональных клеток из околоплодной амниотической жидкости (рис. 2) и провести амплификацию взятого из этих клеток материала ДНК с использованием метода полимеразной цепной реакции. После того, как будет получено достаточное количество ДНК, необходимо провести Саузерн-блот анализ с использованием специального ДНК-зонда (G8). По полученным электрофоретическим спектрам легко установить имеется ли ген заболевания Хантингтона в ДНК их будущего ребенка.



**Рис. 2.** Процесс изъятия эмбриональных клеток из околоплодной амниотической жидкости (амниоцитез).

### Тестовые задания для проведения тестового контроля:

1. Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:
  - а) установления структуры ДНК;
  - б) создания концепции гена;
  - в) дифференциации регуляторных и структурных участков гена;
  - г) полного секвенирования генома у ряда организмов.
2. Существенность гена у патогенного организма - кодируемый геном продукт необходим:
  - а) для размножения клетки;
  - б) для поддержания жизнедеятельности;
  - в) для инвазии в ткани;
  - г) для инактивации антимикробного вещества.
3. Гены housekeeping у патогенного микроорганизма экспрессируются:
  - а) в инфицированном организме хозяина
  - б) всегда
  - в) только на искусственных питательных средах
  - г) под влиянием индукторов
4. Протеомика характеризует состояние микробного патогена:
  - а) по ферментативной активности
  - б) по скорости роста
  - в) по экспрессии отдельных белков
  - г) по нахождению на конкретной стадии ростового цикла
5. Для получения протопластов из клеток грибов используется:
  - а) лизоцим
  - б) трипсин
  - в) «улиточный фермент»
  - г) пепсин
6. За образованием протопластов из микробных клеток можно следить с помощью методов:
  - а) вискозиметрии
  - б) колориметрии
  - в) фазово-контрастной микроскопии
  - г) электронной микроскопии
7. Для получения протопластов из бактериальных клеток используется:
  - а) лизоцим
  - б) «улиточный фермент»
  - в) трипсин
  - г) папаин

8. Объединение геномов клеток разных видов и родов возможно при соматической гибридизации:

- а) только в природных условиях;
- б) только в искусственных условиях;
- в) в природных и искусственных условиях
- г) не зависит от условий

9. Высокая стабильность протопластов достигается при хранении:

- а) на холоде;
- б) в гипертонической среде;
- в) в среде с добавлением антиоксидантов;
- г) в анаэробных условиях.

10. Полиэтиленгликоль (ПЭГ), вносимый в суспензию протопластов:

- а) способствует их слиянию;
- б) предотвращает их слияние;
- в) повышает стабильность суспензии;
- г) предотвращает микробное заражение.

11. Для протопластирования наиболее подходят суспензионные культуры:

- а) в лаг-фазе;
- б) в фазе ускоренного роста;
- в) в логарифмической фазе;
- г) в фазе замедленного роста; д) в стационарной фазе;

12. Гибридизация протопластов возможна, если клетки исходных растений обладают:

- а) половой совместимостью;
- б) половой несовместимостью;
- в) совместимость не имеет существенного значения
- г) совместимость иногда имеет существенное значение

13. Преимуществами генно-инженерного инсулина являются:

- а) высокая активность;
- б) меньшая аллергенность;
- в) меньшая токсичность;
- г) большая стабильность.

14. Преимущества получения видоспецифических для человека белков путем микробиологического синтеза:

- а) простота оборудования;
- б) экономичность;
- в) отсутствие дефицитного сырья;
- г) снятие этических проблем.

15. Разработанная технология получения рекомбинантного эритропоэтина основана на экспрессии гена:

- а) в клетках бактерий;
- б) в клетках дрожжей;
- в) в клетках растений;
- г) в культуре животных клеток.

16. Особенностью пептидных факторов роста тканей являются:

- а) тканевая специфичность;

- б) видовая специфичность;
- в) образование железами внутренней секреции;
- г) образование вне желез внутренней секреции;

17. Преимущество ИФА перед определением инсулина по падению концентрации глюкозы в крови животных:

- а) меньшая стоимость анализа;
- б) ненужность дефицитных реагентов;
- в) легкость освоения;
- г) в отсутствии влияния на результаты анализа других белков;
- д) продолжительность времени анализа.

18. При оценке качества генно-инженерного инсулина требуется уделять особенно большее внимание тесту на:

- а) стерильность;
- б) токсичность;
- в) аллергенность;
- г) пирогенность.

19. Основное преимущество полусинтетических производных эритромицина - азитро-, рокситро-, кларитромицина перед природным антибиотиком обусловлено:

- а) меньшей токсичностью;
- б) бактерицидностью;
- в) активностью против внутриклеточно локализованных паразитов;
- г) действием на грибы.

20. Антибиотики с самопротированным проникновением в клетку патогена:

- а) бета-лактамы;
- б) аминогликозиды;
- в) макролиды;
- г) гликопептиды.

21. Появление множественной резистентности опухолей к противоопухолевым агентам обусловлено:

- а) непроницаемостью мембраны;
- б) ферментативной инактивацией;
- в) уменьшением сродства внутриклеточных мишеней;
- г) активным выбросом.

22. Практическое значение полусинтетического аминогликозида амикацина обусловлено:

- а) активностью против анаэробных патогенов;
- б) отсутствием нефротоксичности;
- в) устойчивостью к защитным ферментам у бактерий, инактивирующим другие аминогликозиды;
- г) активностью против патогенных грибов.

23. Действие полиенов - нистатина и амфотерицина В на грибы, но не на бактерии объясняется:

- а) особенностями рибосом у грибов;
- б) наличием митохондрий;
- в) наличием хитина в клеточной стенке;
- г) наличием эргостерина в мембране.

24. Фунгицидность полиенов нистатина и амфотерицина В обусловлена:
- а) взаимодействием с ДНК;
  - б) активацией литических ферментов;
  - в) формированием в мембране водных каналов и потерей клеткой низкомолекулярных метаболитов и неорганических ионов;
  - г) подавлением систем электронного транспорта.
25. Защита продуцентов аминогликозидов от собственного антибиотика:
- а) низкое сродство рибосом;
  - б) активный выброс;
  - в) временная ферментативная инактивация;
  - г) компартментация.
26. Сигнальная трансдукция:
- а) передача сигнала от клеточной мембраны на геном;
  - б) инициация белкового синтеза;
  - в) посттрансляционные изменения белка;
  - г) выделение литических ферментов.
27. Из вторичных метаболитов микроорганизмов ингибитором сигнальной трансдукции является:
- а) стрептомицин;
  - б) нистатин;
  - в) циклоспорин А;
  - г) эритромицин.
28. Трансферазы осуществляют:
- а) катализ окислительно-восстановительных реакций;
  - б) перенос функциональных групп на молекулу воды;
  - в) катализ реакций присоединения по двойным связям;
  - г) катализ реакций переноса функциональных групп на субстрат.
29. Цефалоспорин четвертого поколения устойчивый к бета-лактамазам грамотрицательных бактерий:
- а) цефалексин;
  - б) цефазолин;
  - в) цефпиром;
  - г) цефаклор.
30. Цефалоспорин четвертого поколения устойчивый к беталактамазам грамположительных бактерий:
- а) цефазолин;
  - б) цефтриаксон;
  - в) цефалоридин;
  - г) цефепим.
31. Пенициллинацилаза используется:
- а) при проверке заводских серий пенициллина на стерильность;
  - б) при оценке эффективности пенициллиновых структур против резистентных бактерий;
  - в) при получении полусинтетических пенициллинов;
  - г) при снятии аллергических реакций на пенициллин.

32. Пеницилинацилаза катализирует:
- а) расщепление беталактамного кольца;
  - б) расщепление тиазолидинового кольца;
  - в) отщепление бокового радикала при С-б;
  - г) деметилирование тиазолидинового кольца.
33. Моноклональные антитела получают в производстве:
- а) при фракционировании антител организмов;
  - б) фракционированием лимфоцитов;
  - в) с помощью гибридом;
  - г) химическим синтезом.
34. Мишенью для физических и химических мутагенов в клетке биообъектов являются:
- а) ДНК;
  - б) ДНК-полимераза;
  - в) РНК-полимераза;
  - г) информационная РНК.
35. Активный ил, применяемый при очистке стоков биотехнологических производств - это:
- а) сорбент;
  - б) смесь сорбентов;
  - в) смесь микроорганизмов, полученных генно-инженерными методами;
  - г) природный комплекс микроорганизмов.
36. При очистке промышленных стоков в «часы пик» применяют штаммы-деструкторы:
- а) природные микроорганизмы;
  - б) постоянные компоненты активного ила;
  - в) стабильные генно-инженерные штаммы;
  - г) не стабильные генно-инженерные штаммы.
37. Постоянное присутствие штаммов-деструкторов в аэротенках малоэффективно; периодическое внесение их коммерческих препаратов вызвано:
- а) слабой скоростью их размножения;
  - б) их вытеснением представителями микрофлоры активного ила;
  - в) потерей плазмид, где локализованы гены окислительных ферментов;
  - г) проблемами техники безопасности.
38. Функцией феромонов является:
- а) антимикробная активность;
  - б) противовирусная активность;
  - в) изменение поведения организма, имеющего специфический рецептор;
  - г) терморегулирующая активность.
39. Выделение и очистка продуктов биосинтеза и органического синтеза имеет принципиальные отличия на стадиях процесса:
- а) всех;
  - б) конечных;
  - в) первых;
  - г) принципиальных различий нет.

40. Основное преимущество ферментативной биоконверсии стероидов перед химической трансформацией:

- а) доступность реагентов;
- б) избирательность воздействия на определенные функциональные группы стероида;
- в) сокращение времени процесса;
- г) получение принципиально новых соединений.

41. Увеличение выхода целевого продукта при биотрансформации стероида достигается:

- а) при увеличении интенсивности перемешивания;
- б) при увеличении интенсивности аэрации;
- в) при повышении температуры ферментации;
- г) при увеличении концентрации стероидного субстрата в ферментационной среде.

42. Директором (главным инженером) фармацевтического предприятия должен являться согласно требованиям GMP:

- а) инженер-экономист;
- б) юрист;
- в) провизор;
- г) врач.

43. Правила СМР предусматривают производство в отдельных помещениях и на отдельном оборудовании:

- а) пенициллинов;
- б) аминогликозидов;
- в) тетрациклинов;
- г) макролидов;

44. Свойство беталактамов, из-за которого их следует, согласно СМР, нарабатывать в отдельных помещениях:

- а) общая токсичность;
- б) хроническая токсичность;
- в) эмбриотоксичность;
- г) аллергенность.

45. GLP регламентирует:

- а) лабораторные исследования;
- б) планирование поисковых работ;
- в) набор тестов при предклинических испытаниях;
- г) методы математической обработки данных.

46. Согласно ССР в обязанности этических комитетов входят:

- а) контроль за санитарным состоянием лечебно-профилактических учреждений;
- б) защита прав больных, на которых испытываются новые лекарственные препараты;
- в) утверждение назначаемых режимов лечения;
- г) контроль за соблюдением внутреннего распорядка.

47. Причина невозможности непосредственной экспрессии гена человека в клетке прокариот:

- а) высокая концентрация нуклеаз;
- б) невозможность репликации плазмид;

- в) отсутствие транскрипции;  
г) не возможность сплайсинга.
48. Прямой перенос чужеродной ДНК в протопласты возможен с помощью:  
а) микроинъекции;  
б) трансформации;  
в) упаковки в липосомы;  
г) культивирования протопластов на соответствующих питательных средах.
49. Субстратами рестриктаз, используемых генным инженером, являются:  
а) гомополисахариды;  
б) гетерополисахариды;  
в) нуклеиновые кислоты;  
г) белки.
50. Ген маркер, необходим в генетической инженерии:  
а) для включения вектора в клетки хозяина;  
б) для отбора колоний, образуемых клетками, в которые проник вектор;  
в) для включения «рабочего гена» в вектор;  
г) для повышения стабильности вектора.
51. Понятие «липкие концы» применительно к генетической инженерии отражает:  
а) комплементарность нуклеотидных последовательностей;  
б) взаимодействие нуклеиновых кислот и гистонов;  
в) реагирование друг с другом SH-групп с образованием дисульфидных связей;  
г) гидрофобное взаимодействие липидов.
52. Поиск новых рестриктаз для использования в генетической инженерии объясняется:  
а) различиями в каталитической активности;  
б) различным местом воздействия на субстрат;  
в) видоспецифичностью;  
г) высокой стоимостью.
53. Успехи генетической инженерии в области создания рекомбинантных белков больше, чем в создании рекомбинантных антибиотиков, что объясняется:  
а) более простой структурой белков;  
б) трудностью подбора клеток хозяев для биосинтеза антибиотиков;  
в) большим количеством структурных генов, включенных в биосинтез антибиотиков;  
г) проблемами безопасности производственного процесса.
54. Фермент лигаза используется в генетической инженерии поскольку:  
а) скрепляет вектор с оболочкой клетки хозяина;  
б) катализирует включение вектора в хромосому клеток хозяина;  
в) катализирует ковалентное связывание углеводно-фосфорной цепи ДНК гена с ДНК вектора;  
г) катализирует замыкание пептидных мостиков в пептидогликане клеточной стенки.
55. Биотехнологу «ген-маркер» необходим:  
а) для повышения активности рекомбинанта;  
б) для образования компетентных клеток хозяина;  
в) для модификации места взаимодействия рестриктаз с субстратом;

г) для отбора рекомбинантов.

56. Ослабление ограничений на использование в промышленности микроорганизмов-рекомбинантов, продуцирующих гормоны человека, стало возможным благодаря:

а) совершенствованию методов изоляции генно-инженерных рекомбинантов от окружающей среды;

б) повышению квалификации персонала, работающего с рекомбинантами;

в) установленной экспериментально слабой жизнеспособности рекомбинанта;

г) экспериментальному подтверждению обязательной потери чужеродных генов.

57. Вектор на основе плазмиды предпочтительней вектора на основе фаговой ДНК благодаря:

а) большому размеру;

б) меньшей токсичности;

в) большей частоты включения;

г) отсутствия лизиса клетки хозяина.

58. Активирование нерастворимого носителя в случае иммобилизации фермента необходимо:

а) для усиления включения фермента в гель;

б) для повышения сорбции фермента;

в) для повышения активности фермента;

г) для образования ковалентной связи.

59. Иммобилизация индивидуальных ферментов ограничивается таким обстоятельством, как:

а) высокая лабильность фермента;

б) наличие у фермента кофермента;

в) наличие у фермента субъединиц;

г) принадлежность фермента к гидролазам.

60. Иммобилизация целых клеток продуцентов лекарственных веществ нерациональна в случае:

а) высокой лабильности целевого продукта (лекарственного вещества);

б) использования целевого продукта только в инъекционной форме;

в) внутриклеточной локализации целевого продукта;

г) высокой гидрофильности целевого продукта;

61. Иммобилизация клеток продуцентов целесообразна в случае, если целевой продукт:

а) растворим в воде;

б) не растворим в воде;

в) локализован внутри клетки;

г) им является биомасса клеток.

62. Целями иммобилизации ферментов в биотехнологическом производстве являются:

а) повышение удельной активности;

б) повышение стабильности;

в) расширение субстратного спектра;

г) многократное использование.

63. Целевой белковый продукт локализован внутри иммобилизованной клетки. Добиться его выделения, не

нарушая системы, можно:

- а) усилив системы активного выброса;
- б) ослабив барьерные функции мембраны;
- в) присоединив к белку лидерную последовательность от внешнего белка;
- г) повысив скорость синтеза белка.

64. Колоночный биореактор для иммобилизации целых клеток должен отличаться от реактора для иммобилизации ферментов:

- а) большим диаметром колонки;
- б) отводом газов;
- в) более быстрым движением растворителя;
- г) формой частиц нерастворимого носителя.

65. Технология, основанная на иммобилизации биообъекта, уменьшает наличие в лекарственном препарате следующих примесей:

- а) следы тяжелых металлов;
- б) белки;
- в) механические частицы;
- г) следы органических растворителей.

66. Экономическое преимущество биотехнологического производства, основанного на иммобилизованных биообъектах, перед традиционным обусловлено:

- а) меньшими затратами труда;
- б) более дешевым сырьем;
- в) многократным использованием биообъекта;
- г) ускорением производственного процесса.

67. Биосинтез антибиотиков, используемых как лекарственные вещества, усиливается и наступает раньше на средах:

- а) богатых источниками азота;
- б) богатых источниками углерода;
- в) богатых источниками фосфора;
- г) бедных питательными веществами.

68. Регулируемая ферментация в процессе биосинтеза достигается при способе:

- а) периодическом;
- б) непрерывном;
- в) отъемно-доливном;
- г) полупериодическом.

69. Ретроингибирование конечным продуктом при биосинтезе биологически активных веществ - это:

- а) подавление последнего фермента в метаболической цепи;
- б) подавление начального фермента в метаболической цепи;
- в) подавление всех ферментов в метаболической цепи.
- г) отсутствие подавления ферментов

70. Термин «мультиферментный комплекс» означает:

- а) комплекс ферментных белков, выделяемый из клетки путем экстракции и осаждения;
- б) комплекс ферментов клеточной мембраны;

в) комплекс ферментов, катализирующих синтез первичного или вторичного метаболита;

г) комплекс экзо- и эндопротеаз.

71. Путем поликетидного синтеза происходит сборка молекулы:

а) тетрациклина;

б) пенициллина;

в) стрептомицина;

г) циклоспорина.

72. Комплексный компонент питательной среды, резко повысивший производительность ферментации в случае пенициллина:

а) соевая мука;

б) гороховая мука;

в) кукурузный экстракт;

г) хлопковая мука.

73. Предшественник пенициллина, резко повысивший его выход при добавлении в среду:

а) бета-диметилцистеин;

б) валин;

в) фенилуксусная кислота;

г) альфа-аминоадипиновая кислота.

74. Предшественник при биосинтезе пенициллина добавляют:

а) в начале ферментации;

б) на вторые-третьи сутки после начала ферментации;

в) каждые сутки в течение 5-суточного процесса.

г) на пятые сутки

75. Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют:

а) нагреванием;

б) фильтрованием;

в) облучением

г) не стерилизуют

76. Борьба с фаговой инфекцией в цехах ферментации антибиотической промышленности наиболее рациональна путем:

а) ужесточения контроля за стерилизацией технологического воздуха;

б) ужесточения контроля за стерилизацией питательной среды;

в) получения и использования фагоустойчивых штаммов биообъекта;

г) ужесточения контроля за стерилизацией оборудования.

77. Преимущество растительного сырья, получаемого при выращивании культур клеток перед сырьем, получаемым из плантационных или дикорастущих растений:

а) большая концентрация целевого продукта;

б) меньшая стоимость;

в) стандартность;

г) более простое извлечение целевого продукта.

78. Ауксины – термин, под которым объединяются специфические стимуляторы роста:

а) растительных тканей;

б) актиномицетов;

- в) животных тканей;
- г) эубактерий.

79. Превращение карденолида дигитоксина в менее токсичный дигоксин (12-гидроксилирование) осуществляется культурой клеток:

- а) *Acremonium chrysogenum*;
- б) *Saccharomyces cerevisiae*;
- в) *Digitalis lanata*;
- г) *Tolypocladium inflatum*.

80. Причины высокой эффективности антибиотических препаратов «уназин» и «аугментин» заключаются:

- а) в невысокой токсичности (по сравнению с ампициллином и амоксициллином);
- б) в невысокой стоимости;
- в) в действии на резистентные к бета-лактамам штаммы бактерий;
- г) в пролонгации эффекта.

81. Какое свойство нового беталактамного антибиотика наиболее ценно при лечении бактериальных осложнений у больных с ВИЧ-инфекцией?

- а) устойчивость к беталактамазам;
- б) слабая токсичность;
- в) связывание с ПСБ 2;
- г) пролонгированная циркуляция.

82. Для проверки какого качества серийного инъекционного препарата пенициллина используется в медицинской промышленности пенициллиназа (беталактамаза)?

- а) токсичность;
- б) прозрачность;
- в) стерильность;
- г) пирогенность.

83. Антибиотикотолерантность патогена обусловлена:

- а) разрушением антибиотика;
- б) активным выбросом;
- в) низким содержанием автолизинов;
- г) отсутствием мишени для антибиотика.

84. Микобактерии – возбудители современной туберкулезной инфекции устойчивы к химиотерапии вследствие:

- а) компенсаторных мутаций;
- б) медленного роста;
- в) внутриклеточной локализации;
- г) ослабления иммунитета организма хозяина.

85. Мониторинг (применительно к лекарству):

- а) введение в организм;
- б) выделение;
- в) выявление в тканях;
- г) слежение за концентрацией.

86. Скрининг (лекарств):

- а) совершенствование путем химической трансформации;
- б) совершенствование путем биотрансформации;
- в) поиск и отбор («просеивание») природных структур;

г) полный химический синтез.

87. Таргет:

- а) сайт на поверхности клетки;
- б) промежуточная мишень внутри клетки;
- в) конечная внутриклеточная мишень;
- г) функциональная группа макромолекулы.

88. Цель секвенирования генома – установление:

- а) размеров генома
- б) последовательности нуклеотидов
- в) содержания А-Т
- г) соотношения А-Т/ГЦ пар нуклеотидов

89. В качестве основного метода протеомики используют:

- а) микроскопию
- б) газожидкостную хроматографию
- в) двухмерный электрофорез
- г) радиоизотопный

90. Гены *ivi* экспрессируются:

- а) на искусственной бедной питательной среде
- б) на искусственной богатой питательной среде
- в) в условиях роста *in vivo*
- г) в условиях роста *in vitro*

91. Направление геномики, непосредственно связанное с протеомикой:

- а) структурная
- б) сравнительная
- в) функциональная
- г) формальная

92. Метициллинорезистентность (MRSA) обусловлена:

- а) появлением капсул
- б) быстротой размножения
- в) комплексом бета-лактамаз
- г) появлением ПСБ-2а с низким сродством к пенициллинам и цефалоспорином,

используемым при лечении в клинике

93. При лечении больных СПИДом или при других ситуациях с проявлением пониженной активности иммунной системы предпочтительнее использовать:

- а) ПСБ-1а
- б) ПСБ-1б
- в) ПСБ-2
- г) ПСБ-3

94. Конкретная локализация бета-лактамаз у грамположительных бактерий:

- а) вне клетки
- б) на рибосомах
- в) на внутренней поверхности цитоплазматической мембраны
- г) на полюсах клетки

95. Конкретная локализация бета-лактамаз у грамотрицательных бактерий:

- а) вне клетки
- б) на внутренней поверхности цитоплазматической мембраны

- в) в цитоплазматическом пространстве равномерно
- г) в периплазматическом пространстве под пориновыми каналами

96. Причина распространения бета-лактамаз среди возбудителей в клинике – частота применения:

- а) бета-лактамных антибиотиков
- б) аминогликозидов
- в) тетрациклинов
- г) макролидов

97. Конкретный характер зависимости между количеством применяемых антибиотиков и появлением бета-лактамаз:

- а) прямой
- б) непрямой
- в) обратный
- г) не имеет значения

98. Антибиотики, способные проникать через внешнюю мембрану грамотрицательных бактерий:

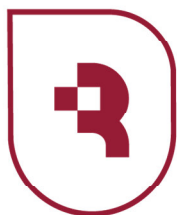
- а) бензилпенициллин
- б) эритромицин
- в) ампициллин
- г) фузидин

99. Способ сохранения нужной биотехнологу продуктивности культур микроорганизмов:

- а) в холодильнике
- б) под слоем минерального масла
- в) в сыпучих материалах
- г) сублимационное высушивание

100. Антисмысловые олигонуклеотиды перспективны для лечения:

- а) инфекционных бактериальных болезней
- б) онкологических заболеваний
- в) противогрибковых заболеваний
- г) наследственных моногенных заболеваний




Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный медицинский  
университет имени В. И. Разумовского»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**КАФЕДРА ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ, ФАРМАКОГНОЗИИ И БОТАНИКИ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой общей биологии,

фармакогнозии и ботаники  Н.А. Дурнова  
«\_15\_»\_06\_2023 г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРАКТИКЕ**

**ПРАКТИКА ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКЕ И  
ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

Практика  
Специальность  
(направление  
подготовки)

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Квалификация

Биоинженер и биоинформатик

Курс

4

Семестр

7

**Составители:** профессор кафедры общей биологии, фармакогнозии и ботаники, д.б.н.  
Н.В. Полуконова.

Одобрены на заседании учебно-методической конференции кафедры  
ПРОТОКОЛ ОТ «15» 06 2023 Г. № 7

САРАТОВ 2023

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ.**

Практика по молекулярной генетике и генной инженерии относится к базовым профессиональным видам практики.

Цель практики по молекулярной генетике и генной инженерии - углубленное изучение теоретических основ молекулярной генетики, конструирования, клонирования и экспрессии генетического материала в бактериальных и эукариотических клетках, а также создания организмов с новой генетической программой, необходимых студентам для высокопрофессиональной подготовки и формирования естественно-научного мировоззрения для последующей практической работы в области биоинженерной технологии.

### ***Задачи:***

- сформировать у студентов: базовое мышление, обеспечивающее представления об особенностях структурно-функциональной организации геномов про- и эукариот, фагов; способность понимать принципы основных методов молекулярного клонирования; способность использовать генетические методы конструирования штаммов бактерий, животных и растений с заданными свойствами;

- показать перспективы применения генетических методов в различных областях жизнедеятельности человека (промышленность, сельское хозяйство, научные исследования и т. д.);

- освоить студентами теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков в области создания генноинженерно модифицированных организмов; профессиональной эксплуатации современного молекулярно-генетического оборудования и научных приборов;

- сформировать у студентов профессиональные компетенции в производственной, мониторинговой и исследовательской деятельности, а также способность анализировать фундаментальные знания, направленные на расширение представлений об основных методах и возможностях генетической инженерии;

- научить студентов использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области генной инженерии и смежных отраслей, использования баз данных, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»; планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды.

## **2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

2.1. После окончания 6 семестра перед началом экзаменационной сессии проводится организационное собрание со студентами с участием руководителей практики.

2.2. Студенты должны получить направление на практику на кафедре, отвечающей за данный вид практики в конце 6 семестра перед началом экзаменационной сессии.

2.3. Экзамен (зачет) по практике проводится в соответствии с расписанием, утвержденным отделом практики и содействия трудоустройству выпускников УОКОД.

2.4. Списки студентов, не прошедших практику и/или не сдавших экзамен (зачет) по

практике, передаются в деканат.

2.5. Кафедра общей биологии, фармакогнозии и ботаники.

2.6. Студенты работают в качестве практиканта под руководством сотрудников кафедры.

2.7. Продолжительность практики – 6 ЗЕТ.

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ**

3.1. Студент должен знать: методы обработки результатов, изучения информационных технологий в научных исследованиях, принципы планирования и проведения научных экспериментов, анализа полученных экспериментальных данных, составления научно-технических проектов и отчетов.

3.2. Студент должен уметь: проводить сбор информации, обработку и интерпретацию полученных экспериментальных и эмпирических данных, владеть современными методами исследований в области биоинженерии и биоинформатики;

3.3. Студент должен владеть навыками: проведения исследований в области биоинженерии и биоинформатики; регистрации, обработки и интерпретации результатов проведенных испытаний; оформления результатов исследования в форме ВКР, научной публикации.

#### **Практическое занятие № 1.**

**Тема: Выделение геномной ДНК из клеток бактерий методом фенолхлороформной экстракции. Выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток.**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Выделение геномной ДНК из клеток бактерий методом фенолхлороформной экстракции.
2. Выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток.

#### **Рекомендуемая литература.**

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил.  
[https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)

2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие / Отв. ред. Л.В. Хотылева.— Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. — 118 с.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>

3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>

4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. — Изд. 4-е, стереотип. 3-му. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. — 480 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). — ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. — Текст : электронный.

5. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем: [Текст]: учеб. пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – 82[2] с. : ил. –Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.

6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.: ил. электронный вариант

7. Молекулярная биология и геновая инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. – Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 234 с. электронный вариант

8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. – Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант

9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант

10. Огурцов А. Н. О 39 Основы геновой инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. – Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Ближнюк, Н. Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз. электронный вариант

11. Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с. электронный вариант

12. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>

13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.

14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вкл. электронный вариант

15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант

16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.

17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант

18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>

19. Чачина, С. Б. Геновая инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С.

Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>

20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>

21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

## Практическое занятие № 2.

**Тема: Быстрое выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток для электрофоретического анализа.**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Быстрое выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток для электрофоретического анализа.

### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)

2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие /Отв.ред. Л.В. Хотылева.– Гомель: УО «ГТУ им. Ф.Скорини», 2003. – 118 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>

3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>

4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – Изд. 4-е, стереотип. 3-му. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). – ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. – Текст : электронный.

5. Молекулярно-генетический уровень организации биоогических систем: [Текст]: учеб.пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – 82[2] с. : ил. –Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.

6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.: ил. электронный вариант

7. Молекулярная биология и генная инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина,

- О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. – Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 234 с. электронный вариант
8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р. Шарипова. – Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант
9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант
10. Огурцов А. Н. О 39 Основы генной инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. – Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близинок, Н. Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз. электронный вариант
11. Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с. электронный вариант
12. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>
13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.
14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермьякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вклеек электронный вариант
15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант
16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.
17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант
18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>
19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>
20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-

6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>

21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

### Практическое занятие № 3.

**Тема: Выделение ДНК из лейкоцитов крови. Выделение ДНК из растительных тканей. Горизонтальный электрофорез ДНК в агарозном геле. Окраска ДНК.**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Выделение ДНК из лейкоцитов крови.
2. Выделение ДНК из растительных тканей.
3. Горизонтальный электрофорез ДНК в агарозном геле.
4. Окраска ДНК.

#### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)

2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие / Отв.ред. Л.В. Хотылева.— Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скоринны», 2003. — 118 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>

3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>

4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. — Изд. 4-е, стереотип. 3-му. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. — 480 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). — ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. — Текст : электронный.

5. Молекулярно-генетический уровень организации биогических систем: [Текст]: учеб. пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. — Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. — 82[2] с. : ил. —Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.

6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». — Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. — 84 с.: ил. электронный вариант

7. Молекулярная биология и генная инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. — Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. — 234 с. электронный вариант

8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. — Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант

9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан.

(1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант

10. Огурцов А. Н. О 39 Основы генной инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. — Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н. Ю. Масалитина. — Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. — 224 с. — На рус. яз. электронный вариант

11. Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. — 52 с. электронный вариант

12. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. — 3-е изд., стереотип. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>

13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. — Саратов: Изд-во Сарат. мед. ун-та, 2014. — эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.

14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. — Томск : Томский государственный университет, 2012. — 96 с. + 8 вклеек электронный вариант

15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант

16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов — Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.

17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант

18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>

19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. — Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. — 128 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-8149-2954-9. — Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>

20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>

21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная.

#### Практическое занятие № 4.

**Тема: Трансформация плазмидной ДНК клеток E.coli методом теплового шока (химическая трансформация). Трансформация плазмидной ДНК клеток E.coli методом электропорации. Трансформация плазмидной ДНК клеток B. subtilis методом голодания.**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Трансформация плазмидной ДНК клеток E.coli методом теплового шока (химическая трансформация).
2. Трансформация плазмидной ДНК клеток E.coli методом электропорации.
3. Трансформация плазмидной ДНК клеток B. subtilis методом голодания.

#### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)

2. Гончаренко Г. Г. 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие / Отв.ред. Л.В. Хотылева.— Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. — 118 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>

3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>

4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. — Изд. 4-е, стереотип. 3-му. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. — 480 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). — ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. — Текст : электронный.

5. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем: [Текст]: учеб.пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. — Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. — 82[2] с. : ил. —Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.

6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. nano- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». — Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. — 84 с.: ил. электронный вариант

7. Молекулярная биология и генная инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслокова [и др.]. — Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. — 234 с. электронный вариант

8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. — Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант

9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования:

Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант

10.Огурцов А. Н. О 39 Основы генной инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. – Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н. Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз. электронный вариант

11.Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с. электронный вариант

12.Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>

13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб.пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.

14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вклеек электронный вариант

15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант

16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.

17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант

18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>

19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>

20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>

21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

## Практическое занятие № 5.

**Тема: Рестрикция ДНК. Дефосфорилирование ДНК.**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Рестрикция ДНК.
2. Дефосфорилирование ДНК.

### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)
2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие / Отв.ред. Л.В. Хотылева.— Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. — 118 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>
3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>
4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. — Изд. 4-е, стереотип. 3-му. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. — 480 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). — ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. — Текст : электронный.
5. Молекулярно-генетический уровень организации биоогических систем: [Текст]: учеб.пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. — Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. — 82[2] с. : ил. —Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.
6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». — Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. — 84 с.: ил. электронный вариант
7. Молекулярная биология и генная инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. — Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. — 234 с. электронный вариант
8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. — Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант
9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант
- 10.Огурцов А. Н. О 39 Основы генной инженерии и биоинженерии : учеб. пособие :в 2-х ч. — Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н.

- Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз. электронный вариант
11. Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с. электронный вариант
12. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>
13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.
14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермьякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вклеек электронный вариант
15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант
16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.
17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант
18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>
19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>
20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>
21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

## Тема: Лигирование ДНК. Полимеразная цепная реакция.

### Перечень рассматриваемых вопросов:

1. Лигирование ДНК.
2. Полимеразная цепная реакция.

### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)
2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие / Отв.ред. Л.В. Хотылева.— Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скоринны», 2003. — 118 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>
3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>
4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. — Изд. 4-е, стереотип. 3-му. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. — 480 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). — ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. — Текст : электронный.
5. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем: [Текст]: учеб.пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. — Саратов: Изд-во Сарат. мед.ун-та, 2014. — 82[2] с. : ил. —Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.
6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». — Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. — 84 с.: ил. электронный вариант
7. Молекулярная биология и генная инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. — Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. — 234 с. электронный вариант
8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. — Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант
9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант
10. Огурцов А. Н. О 39 Основы генной инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. — Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н. Ю. Масалитина. — Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. — 224 с. — На рус. яз. электронный вариант
11. Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. — 52 с. электронный вариант
12. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. — 3-е изд., стереотип. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>

13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.

14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вклеек электронный вариант

15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант

16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.

17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант

18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>

19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>

20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинантной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>

21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

## Практическое занятие № 7.

**Тема: Клонирование гена флуоресцентного белка в бактериальный экспрессионный вектор. Выделение рекомбинантного белка, содержащего гексагистидиновый тэг, из клеток E.coli.**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Клонирование гена флуоресцентного белка в бактериальный экспрессионный вектор.
2. Выделение рекомбинантного белка, содержащего гексагистидиновый тэг, из клеток E.coli.

### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)
2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие / Отв.ред. Л.В. Хотылева.— Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. — 118 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>
3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>
4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. — Изд. 4-е, стереотип. 3-му. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. — 480 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). — ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. — Текст : электронный.
5. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем: [Текст]: учеб.пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. — Саратов: Изд-во Сарат. мед.ун-та, 2014. — 82[2] с. : ил. —Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.
6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». — Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. — 84 с.: ил. электронный вариант
7. Молекулярная биология и генная инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. — Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. — 234 с. электронный вариант
8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. — Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант
9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант
10. Огурцов А. Н. О 39 Основы генной инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. — Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н. Ю. Масалитина. — Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. — 224 с. — На рус. яз. электронный вариант
11. Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. — 52 с. электронный вариант
12. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. — 3-е изд., стереотип. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>
13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб.пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. — Саратов: Изд-во Сарат. мед.ун-та, 2014. — эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.
14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. — Томск : Томский государственный университет, 2012. — 96 с. + 8 клеек

электронный вариант

15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант

16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.

17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант

18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>

19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>

20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>

21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

## Практическое занятие № 8.

**Тема: Анализ экспрессии репортерных генов в клетках человека (рассев клеток, трансфекция клеток плазмидой, определение активности люциферазы и бета-галактозидазы в клеточных лизатах).**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Анализ экспрессии репортерных генов в клетках человека.
2. Рассев клеток.
3. Трансфекция клеток плазмидой.
4. Определение активности люциферазы и бета-галактозидазы в клеточных лизатах.

### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnsnb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)

2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие

/Отв.ред. Л.В. Хотылева.– Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. – 118 с.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>

3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>

4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – Изд. 4-е, стереотип. 3-му. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). – ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. – Текст : электронный.

5. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем: [Текст]: учеб.пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – 82[2] с. : ил. –Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.

6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.: ил. электронный вариант

7. Молекулярная биология и геновая инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. – Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 234 с. электронный вариант

8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р.Шарипова. – Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант

9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант

10.Огурцов А. Н. О 39 Основы геновой инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. – Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н. Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз. электронный вариант

11.Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с. электронный вариант

12.Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>

13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб.пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.

14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вклеек электронный вариант

15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант

16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое

пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.

17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант

18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>

19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>

20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>

21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

## Практическое занятие № 9.

**Тема: Детекция флуоресцентных белков в трансфицированных клетках человека методом флуоресцентной микроскопии. Детекция белков в лизатах клеток с помощью Вестерн-блота.**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Детекция флуоресцентных белков в трансфицированных клетках человека методом флуоресцентной микроскопии.
2. Детекция белков в лизатах клеток с помощью Вестерн-блота.

### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)

2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие /Отв.ред. Л.В. Хотылева.– Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скоринь», 2003. – 118 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>

3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>

4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – Изд. 4-е, стереотип. 3-му. –

Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). – ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. – Текст : электронный.

5. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем: [Текст]: учеб. пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – 82[2] с. : ил. – Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.

6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.: ил. электронный вариант

7. Молекулярная биология и геновая инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. – Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 234 с. электронный вариант

8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р. Шарипова. – Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант

9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант

10. Огурцов А. Н. О 39 Основы геновой инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. – Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близинок, Н. Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз. электронный вариант

11. Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с. электронный вариант

12. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>

13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Саратов. мед.ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.

14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вкл. электронный вариант

15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант

16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.

17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант

18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с.

— (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>

19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. — Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. — 128 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-8149-2954-9. — Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>

20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>

21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

## Практическое занятие № 10.

**Тема: Отчет по практике за 7 семестр.**

**Перечень рассматриваемых вопросов:**

1. Выделение геномной ДНК из клеток бактерий методом фенолхлороформной экстракции. Выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток.
2. Быстрое выделение плазмидной ДНК из бактериальных клеток для электрофоретического анализа.
3. Выделение ДНК из лейкоцитов крови. Выделение ДНК из растительных тканей. Горизонтальный электрофорез ДНК в агарозном геле. Окраска ДНК.
4. Трансформация плазмидной ДНК клеток *E.coli* методом теплового шока (химическая трансформация). Трансформация плазмидной ДНК клеток *E.coli* методом электропорации. Трансформация плазмидной ДНК клеток *B. subtilis* методом голодания.
5. Рестрикция ДНК. Дефосфорилирование ДНК.
6. Лигирование ДНК. Полимеразная цепная реакция.
7. Клонирование гена флуоресцентного белка в бактериальный экспрессионный вектор. Выделение рекомбинантного белка, содержащего гексагистидиновый тэг, из клеток *E.coli*.
8. Анализ экспрессии репортерных генов в клетках человека (рассев клеток, трансфекция клеток плазмидой, определение активности люциферазы и бета-галактозидазы в клеточных лизатах).
9. Детекция флуоресцентных белков в трансфицированных клетках человека методом флуоресцентной микроскопии. Детекция белков в лизатах клеток с помощью Вестерн-блота.

### Рекомендуемая литература.

1. Журавлева Г. А. Генная инженерия в биотехнологии / Г. А. Журавлева; ред. С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Эко-Вектор, 2016. — 328 с.: ил. [https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16\\_7988.pdf](https://www.cnshb.ru/Vexhib/mgb/16_7988.pdf)

2. Гончаренко Г. Г. Г 657 Основы генетической инженерии. Методическое пособие / Отв. ред. Л.В. Хотылева. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. – 118 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/75998736.pdf>

3. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. В.Н. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426401.html>

4. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие / И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – Изд. 4-е, стереотип. 3-му. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 480 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57409> (дата обращения: 21.06.2023). – ISBN 5-379-00375-3; 978-5-379-00375-3. – Текст : электронный.

5. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем: [Текст]: учеб. пособие / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Сарат. мед.ун-та, 2014. – 82[2] с. : ил. – Библиогр.: с. 82. - ISBN Б. и.

6. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство: Учеб. пособие для студ. биол. фак. и фак. нано- и биомед. технол., обуч-ся по напр. «Биология (020400)», «Биология-пед (050100)», «Биотехнические системы и технологии (200100)», «Медицинская физика (011200)» и по спец. «Биоинженерия и биоинформатика (020501)». – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.: ил. электронный вариант

7. Молекулярная биология и геновая инженерия : учеб. Пособие / Т. Н. Субботина, О. А. Гусейнов, И. Е. Маслюкова [и др.]. – Красно-ярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 234 с. электронный вариант

8. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие / М.Р. Шарипова. – Казань: К(П)ФУ, 2015. -114с. электронный вариант

9. Шмид Р. Ш73 Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".электронный вариант

10. Огурцов А. Н. О 39 Основы геновой инженерии и биоинженерии : учеб. пособие : в 2-х ч. – Ч. 2. : Теоретические основы биоинженерии / А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н. Ю. Масалитина. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 224 с. – На рус. яз. электронный вариант

11. Соловьева В.В. С 59 Молекулярно-генетический анализ беспозвоночных животных по нуклеотидной последовательности гена 18S рибосомной РНК: учебное пособие / Соловьева В.В., Мороз А.Р., Ризванов А.А., Сабиров Р.М.- Казань: Казан. федеральный ун-т, 2011. – 52 с. электронный вариант

12. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.П. Пехов. – 3-е изд., стереотип. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970430729.html>

13. Молекулярно-генетический уровень организации биологических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студ.] / [Н.А. Дурнова и др.]. – Саратов: Изд-во Сарат. мед.ун-та, 2014. – эл. опт. диск (CD-ROM). - ISBN Б.

14. Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. П691 Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 96 с. + 8 вкл. электронный вариант

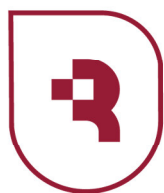
15. А.Т. Епринцев, В.Н. Попов, Д.Н. Федорин Идентификация и исследование экспрессии генов. Учебно-методическое пособие для вузов Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008. 64 с. электронный вариант

16. Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А. Гимадутдинов – Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с.
17. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Молекулярная генетика» /Е. Г. Климентова, В.М. Каменек, Е. В. Рассадина, Ж.А. Антонова. - Ульяновск, УлГУ, 2017 — 49с. электронный вариант
18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491611>
19. Чачина, С. Б. Генная инженерия и биобезопасность : учебное пособие : [16+] / С. Б. Чачина, И. С. Евдокимов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 128 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2954-9. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682247>
20. Гнеушева, И. А. Технология рекомбинатной ДНК : учебное пособие / И. А. Гнеушева, И. Ю. Солохина. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 325 с. — ISBN 978-5-94774-767-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213605> (дата обращения: 15.07.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей. <https://e.lanbook.com/book/213605>
21. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная. <https://e.lanbook.com/book/104872>

#### **4. ОФОРМЛЕНИЕ ДНЕВНИКА ПРАКТИКИ**

- 4.1. Дневник практики оформляется в отдельной тетради, записи ведутся в хронологическом порядке и ежедневно заверяются руководителем практики.
- 4.2. В дневнике отражается работа, реально выполненная студентом. Описание техники и правил выполнения манипуляций допустимо, но не обязательно.
- 4.2. В конце дневника должна быть характеристика студента. В ней отражаются: уровень теоретической подготовки, владение практическими навыками и манипуляциями. Характеристика подписывается руководителем организации, в которой студент проходил практику, и руководителем практики.

#### 4.3. Титульный лист дневника практики:



Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Саратовский государственный медицинский  
университет имени В. И. Разумовского»**  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**ДНЕВНИК ПРАКТИКИ**  
**«ПРАКТИКА ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКЕ И ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ»**  
(наименование практики)

Специальность (направление подготовки) 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Форма обучения  
(очная, очно-заочная)

\_\_\_\_\_

Объем практики  
(количество часов)

\_\_\_\_\_

Кафедра  
ботаники

общей биологии, фармакогнозии и

Вид практики  
(учебная, производственная)

производственная

#### 4.4. Форма дневника практики

Дата и часы работы	Содержание работы (заполняется ежедневно)	Подпись руководителя

### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

Ежедневный текущий контроль осуществляет руководитель практики от организации, в которой студент проходит практику и преподаватель кафедры общей биологии, фармакогнозии и ботаники.

## **6. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ**

По окончании практики проводится экзамен в виде собеседования. Студент должен иметь при себе зачетную книжку, дневник практики и характеристику.

Приложение 3

Сведения о материально-техническом обеспечении, необходимом для осуществления образовательного процесса по практике по молекулярной генетике и геномной инженерии

№ п/п	Адрес (местоположение) здания, строения, сооружения, помещения	Собственность или оперативное управление, хозяйственное ведение, аренда, субаренда, безвозмездное пользование	Назначение оснащенных зданий, сооружений, помещений*, территорий с указанием площади (кв.м.)	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических, объектов физической культуры и спорта	Наименование объекта	Инвентарный номер
1	ул. Кутякова, 109, корпус №6/1	Оперативное управление	Учебные комнаты Общая площадь – 273,5 кв. м	Аудитория для самостоятельной работы №4 20 кв.м	Доска аудиторная Стол Стол Стол Стол Стол Стол Стол преподавателя Стол -20шт Автоматизированное рабочее место DEPO Neos MF524 W10_P64/SM/G5420/8G DDR4/SSD120G/sDVD±RW/23,8"ThF/DSS/KBч/Мч/120W/ONS1A1O. тип 3 Автоматизированное рабочее место Aquarius Mnb Std T684 Автоматизированное рабочее место DEPO Neos MF524 W10_P64/SM/G5420/8G DDR4/SSD120G/sDVD±RW/23,8"ThF/DSS/KBч/Мч/120W/ONS1A1O. тип 3 Микроскопы- 20 шт	00021010600693 00011010600526 00011010600525 00011010600524 00011010600528 00011010600530 00011010600534 00011010600050 Ун0210136020356 202104000000181 201910000000179 202104000000182 Ун0210136050636

				<p>Аудитория для практических занятий и самостоятельной работы №13 64 кв. м</p>	<p>Доска аудиторная 000021010602120          Стол учителя 000011010602059          Стол 000021010603026          Стол 000011010603021          Стол 000011010603020          Стол письменный 00000000004094          Стол письменный 000210106000998          Стол письменный 000210106001000          Стол письменный 000011010604633          Стол письменный 000011010603029          Стол лабораторный с надстройкой 00011010600536          Стол лабораторный с надстройкой 00011010600529          Стул-15шт Ун0210136020356          Стул-15шт 130000000000619          Автоматизированное рабочее место КС 15.6 3.3 Ghx/8192 Mb/512SSDGb/HD Graphics620/W10Pro. тип 6 2021090000000165          Автоматизированное рабочее место КС 15.6 3.3 Ghx/8192 Mb/512SSDGb/HD Graphics620/W10Pro. тип 6 2021090000000164          Ноутбук тип 2:Ноутбук LENOVO IdeaPad 330S-15ARR, 15.6", AMD Ryzen 5 2500U 2.0ГГц, 4Гб, 1000Гб, AMD Radeon Vega 8, Windows 10 2018110000000244</p>
2	ул. Кутякова, 109, корпус №6/1	Оперативное управление		<p>Лекционная аудитория №3 189,5 кв. м</p>	<p>Доска аудиторная 21115          Стол президиума 11010600663          Моноблок 1700x900 11010600571          Моноблок 1700x900 11010600577          Моноблок 1700x900 11010600578          Моноблок 1700x900 11010600579          Моноблок 1700x900 11010600581          Моноблок 1700x900 11010600582          Моноблок 1700x900 11010600583          Моноблок 1700x900 11010600584</p>

				Моноблок 1700x900	11010600587
				Моноблок 1700x900	11010600588
				Моноблок 1700x900	11010600594
				Моноблок 1700x900	11010600595
				Моноблок 1700x900	11010600598
				Моноблок 1700x900	11010600600
				Моноблок 1700x900	11010600602
				Моноблок 1700x900	11010600604
				Моноблок 1700x900	11010600605
				Моноблок 1700x900	11010600608
				Моноблок 1700x900	11010600615
				Моноблок 1700x900	11010600619
				Моноблок 1700x900	11010600620
				Моноблок 1700x900	11010600623
				Моноблок 850x900	14238
				Моноблок 850x900	14239
				Моноблок 850x900	14240
				Моноблок 850x900	14241
				Моноблок 850x900	14242
				Проектор ультимедийный широкоформатный EPSON EB-108	201910000000244

*\* (учебные, учебно-лабораторные, административные, подсобные, помещения для занятия физической культурой и спортом, для обеспечения обучающихся и сотрудников питанием и медицинским обслуживанием, иное)*

**Сведения о кадровом обеспечении,  
необходимом для осуществления образовательного процесса по дисциплине  
«Практика по молекулярной генетике и геной инженерии»**

ФИО преподавателя	Условия привлечения (штатный, внутренний совместитель, внешний совместитель, по договору)	Занимаемая должность, ученая степень/ученое звание	Перечень преподаваемых дисциплин согласно учебному плану	Образование (какое образовательное учреждение профессионального образования окончил, год)	Уровень образования, наименование специальности по диплому, наименование присвоенной квалификации	Объем учебной нагрузки по дисциплине (доля ставки)	Сведения о дополнительном профессиональном образовании, год		Общий стаж работы	Стаж практической работы по профилю образовательной программы в профильных организациях с указанием периода работы и должности
							спец	пед		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полуконова Наталья Владимировна	Штатный	Профессор, д.б.н., профессор	Цитогенетика	СГУ им. Н.Г. Чернышевского 1990	Высшее Биолог Преподаватель биологии и химии	0,16	2015	2021	36 лет	25 лет 1997-2006 – ассистент 2006-2010 – доцент с 2010 и по настоящее время - профессор
Курчатова Мария Николаевна	Штатный	Старший преподаватель	Медицинская биология, биология	СГУ им. Н.Г. Чернышевского 2010 г.	Высшее Биолог	0,16	2019	2019	12 лет	7 лет 2015-2019 – ассистент с 2019 - старший преподаватель

1. Общее количество научно-педагогических работников, реализующих дисциплину – 1 чел.

2. Общее количество ставок, занимаемых научно-педагогическими работниками, реализующими дисциплину — 0,32

**Пример расчета доли ставки: 1 ставка = 900 учебных часов. У преподавателя по данной дисциплине 135 часов. Таким образом, 135 : 900 = 0,15 – доля ставки**