

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Биоинженерия»**

Направление подготовки  
06.04.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Экспериментальная биология и биотехнологии»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 7 от «17» мая 2021 года

Ярославль

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с основными направлениями биоинженерии микроорганизмов, растений и животных и формирование предпосылок применения полученных знаний в области генной, белковой и клеточной инженерии в дальнейшей практической деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биоинженерия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Для освоения данной дисциплиной студенты должны иметь представление о строении клетки, строении и функциях макромолекул (нуклеиновых кислот и белков), механизмах хранения, передачи и реализации генетической информации; владеть методами культивирования микроорганизмов и клеток.

Полученные в курсе «Биоинженерия» знания необходимы для изучения дисциплин «Биотехнологии биологически активных веществ и лекарственных препаратов», «Биоинформационный анализ в экспериментальной биологии», а также для дальнейшей научной и профессиональной деятельности.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-2. Способен планировать и реализовывать профессиональные мероприятия, предлагать новые решения при организации научно-исследовательских и производственных биотехнологических работ.	ПК-2.1. Применяет принципы биоинженерии и биоинформационного анализа при реализации профессиональных мероприятий.	<b>Уметь:</b> - проводить выделение, очистку, физико-химическое исследование и анализ биологических макромолекул для решения научных и прикладных задач; - использовать методы клеточной и генетической инженерии для конструирования продуцентов биологически активных веществ. <b>Владеть:</b> - навыками работы с базами данных по молекулярной биологии и генетике; - владеть методами биоинформационного анализа последовательностей нуклеиновых кислот и белков.

	<p>ПК-2.2. Предлагает новые решения при организации научно-исследовательских и производственных биотехнологических работ на основе знаний принципов и методов физиологии, биомедицины, фармакологии, аналитических исследований, контроля качества на фармацевтическом производстве.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционным путем или молекулярно-генетическими методами.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- регулировать и совершенствовать биотехнологический процесс с целью получения высококачественного конечного продукта.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системой приемов, позволяющих получать необходимую информацию из интернет-ресурсов и баз данных, проводить анализ и обобщение полученной информации;</li> <li>- навыками написания публикаций по разрабатываемой теме.</li> </ul>
<p>ПК-3. Способен разрабатывать и модифицировать существующие биотехнологические процессы при решении проектных задач.</p>	<p>ПК-3.1. Использует в проектной деятельности знания теории и методов экспериментальной микробиологии, биоинженерии, биотехнологии биологически активных веществ и лекарственных препаратов, экобиотехнологии при разработке и модификации биотехнологических процессов.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы прикладной молекулярной биологии, принципы генетической и клеточной инженерии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы клеточной и генетической инженерии для конструирования продуцентов биологически активных веществ.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами эксплуатации современного оборудования для выполнения научно-исследовательских и лабораторных биологических работ.</li> </ul>

	ПК-3.2. Разрабатывает и участвует в реализации проектов с учетом правил и норм техники безопасности и охраны труда, соблюдения требований нормативно-правовой и технической документации.	<b>Уметь:</b> - обеспечивать соблюдение правил промышленной гигиены, охраны окружающей среды и труда, правил техники безопасности на биотехнологическом производстве, а также правил эксплуатации средств индивидуальной защиты; - обеспечивать необходимые условия стерильности и биологической защиты проведения технологического процесса.
--	---	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Основы биоинженерии. Введение в предмет.	2	2		4			8	Фронтальный опрос Реферат
2	Генетическая инженерия. Инструменты генетической инженерии.	2	4		8			8	Фронтальный опрос Задания для самостоятельной работы
3	Генетическая инженерия. Методы генетической инженерии.	2	4		8			8	Фронтальный опрос Контрольная работа по темам 2-3
4	Белковая инженерия. Направления исследований в белковой инженерии.	2	4		6			8	Фронтальный опрос Задания для самостоятельной работы
5	Клеточная инженерия. Направления исследований в клеточной инженерии.	2	2		6			8	Фронтальный опрос Контрольная работа по темам 4-5

									Экзамен
						2	0,5	16	При подготовке к экзамену: Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	2						2	Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины ЭУК в LMS Moodle
						2	0,5	33,5	Экзамен
			16		32	2		58	
	<b>Всего за 2 семестр 144 часа</b>		16		32	4	0,5	91,5	
	<i>В том числе ЭО и ДОТ</i>							2	

## 5. Общие положения

Содержание разделов дисциплины:

### Тема 1. Основы биоинженерии. Введение в предмет.

Определение биоинженерии. История развития биоинженерии. Объекты изучения, задачи, методы исследования и основные направления развития современной биоинженерии. Методы биоинженерии в биологии и медицине.

### Тема 2. Генетическая инженерия. Инструменты генетической инженерии.

Инструменты генетической инженерии. Понятие вектора в генетической инженерии. Внехромосомные генетические элементы - плазмиды и их функции у микроорганизмов, используемых в биотехнологических процессах. Векторные молекулы на основе плазмидной и фаговой ДНК. Фазмиды и космиды. Искусственные хромосомы. Конструирование экспрессирующих векторов и механизмы их функционирования. Прокариотические и эукариотические векторы экспрессии.

Ферменты, используемые в генетической инженерии. Эндонуклеазы рестрикции. Классификация и специфичность. Лигазы и механизм их действия. Другие ферменты, используемые в генетической инженерии.

Бактериальные штаммы для молекулярного клонирования. Хранение бактериальных штаммов.

### Тема 3. Генетическая инженерия. Методы генетической инженерии.

Введение в генетическую инженерию. Методы получения изолированных генов. Автономные единицы репликации как основа генетического материала при конструкции новых систем. Технология рекомбинантных ДНК. Последовательность операций при включении чужеродного гена в векторную молекулу.

Теоретические и методологические основы полимеразной цепной реакции и электрофореза. Клонирование. Микроклонирование ПЦР-продукта. Лигирование.

Способы введения рекомбинантной ДНК в клетки. Перенос вектора с чужеродным геном в микробную клетку. Трансформация бактерий. Электропорация. Приготовление электрокомпетентных клеток.

Генетические маркеры. Методы идентификации и изоляции клонов с рекомбинантной ДНК.

Использование методологии генетической инженерии при решении задач различных областей биологии. Использование достижений генетической инженерии в сельском хозяйстве и медицине.

#### **Тема 4. Белковая инженерия. Направления исследований в белковой инженерии.**

Введение в белковую инженерию. Определение белковой инженерии. Задачи белковой инженерии. Тенденции развития белковой инженерии – от слепого скринирования больших случайных библиотек мутантов к рационализации на основе анализа данных и широкого использования методов компьютерной биологии.

Технологии получения рекомбинантных белков. Системы экспрессии генов в бактериальных клетках. Проблемы экспрессии чужеродных генов в микроорганизмах. Обеспечение возможности экспрессии генов млекопитающих в микробной клетке. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток животных. Бесклеточные системы синтеза белка.

Направленная модификация белков. Методы направленного мутагенеза. Получение делеций и вставок. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов: метод Кункеля, ПЦР с перекрывающимися праймерами, получение нескольких мутаций в последовательных раундах ПЦР. Мутагенез с использованием нонсенс-супрессоров.

Случайный мутагенез и селекция белков с определенной функцией (молекулярная эволюция). Методы введения случайных мутаций: химический мутагенез, синтез ДНК с ошибками. Случайное объединение гомологичных и негомологичных участков генов. Методы отбора белков с требуемыми свойствами.

Создание химерных и мультифункциональных белков. Создание белков с гибридными свойствами. Создание искусственных белков *denovo*.

#### **Тема 5. Клеточная инженерия. Направления исследований в клеточной инженерии.**

Введение в клеточную инженерию.

Протопластирование и слияние (фузия) протопластов. Возможность межвидового и межродового слияния. Гибриды, получаемые после слияния протопластов и регенерации клеток. Протопластирование и активация "молчащих" генов. Возможности получения новых биологически активных веществ за счет активации "молчащих генов".

Гибридизация эукариотических организмов. Гибридомы. Значение гибридом для производства современных диагностических препаратов.

Методы клеточной инженерии применительно к животным клеткам. Клонирование эмбрионов млекопитающих. Трансплантация ядер в ооциты, оплодотворенные и партеногенетически активированные яйцеклетки, в бластомеры эмбрионов ранних стадий развития.

Технологии получения реконструированных клеток и организмов. Генетическая трансформация ES-клеток и способы введения чужеродной ДНК. Трансгенез. Способы получения трансгенных животных. Трансгенные растения. Основные этапы получения трансгенных растений.

#### **Перечень лабораторных работ.**

Лабораторная работа 1. Выделение ДНК из бактериальных клеток.

Лабораторная работа 2. Определение концентрации ДНК и оценка чистоты полученного препарата.

Лабораторная работа 3. Амплификация целевого фрагмента ДНК.

Лабораторная работа 4. Электрофорез ДНК в агарозном геле.

Лабораторная работа 5. Выделение ДНК из агарозного геля.

Лабораторная работа 6. Лигирование выделенного фрагмента в вектор.  
Лабораторная работа 7. Приготовление компетентных клеток *E. coli*.  
Лабораторная работа 8. Трансформация бактерий *E. coli* лигазной смесью  
Лабораторная работа 9. Оценка эффективности трансформации бактерий *E. coli*.  
Лабораторная работа 10. Скрининг выросших колоний и отбор трансформантов.

## **6. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Учебный курс строится на сочетании лекционных, практических и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов.

**Лекции** проводятся в интерактивной форме с применением мультимедийных технологий, демонстрационных технологий. Они предполагают последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лабораторные занятия** посвящены освоению методов молекулярной биологии. Предусмотрено проведение фронтального опроса и контрольных работ по темам занятий, компьютерного тестирования по отдельным темам; обсуждение экспериментальных результатов по итогам каждого задания.

Некоторые темы предусматривают демонстрацию обучающих фильмов. (обучающий фильм по вопросам безопасности генно-модифицированных организмов).

**Самостоятельная работа** студентов направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений и включает: подготовку индивидуальных домашних заданий (рефератов); подготовка к контрольным работам, зачету.

Самостоятельная работа студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием дополнительной литературы и журналов «Биотехнология», «Молекулярная биология», «Генетика» и др. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом: публичное представление реферата с использованием презентационных материалов; выполнение заданий текущего и промежуточного контроля; взаимное оценивание выступлений и дискуссии на коллоквиуме.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию: учебник для вузов. М.: Академия, 2014. 281 с.

2. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Под. ред. Т.П. Мосоловой, А.А. Синюшина, М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015. 327 с. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=362835&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=362835&sr=1)

#### **б) дополнительная литература**

1. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: учеб.-справ. пособие. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. 496 с.
2. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Новосибирск: Сибирское ун-ое изд-во, 2006. 479 с.
3. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж. Молекулярная биология клетки: в 3-х т. М.: Мир, 1995. 1554 с.
4. Маниатис Т., Фрич Э., Сембрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М.: Мир, 1984. 480 с.

#### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект.; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuestDissertationsandTheses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group, и др.) [http://www.lib.uni Yar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/content/resource/net_res.php)

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Для проведения практических занятий (семинаров) используются: персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран.



Для проведения лабораторных работ используются: амплификатор, камера для электрофореза и источник питания, трансиллюминатор, центрифуги; спектрофотометр; рН-метр; фотоэлектроколориметр; аналитические весы; технические весы; термостат; пробирки; воронки; мерные цилиндры; мерные стаканы; стеклянные палочки; фильтровальная бумага; марля; скальпели; пинцеты; препаровальные иглы; ножницы; автоматические пипетки; химические реактивы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Автор:

Доцент кафедры ботаники и микробиологии, к.б.н.



Ю.В. Зайцева

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Биоинженерия»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Контрольные вопросы по теме 1:  
«Основы биоинженерии»**

1. Опишите основные этапы развития биоинженерии.
2. Какие ученые внесли свой вклад в открытие структуры ДНК?
3. Какие методы используются для молекулярно-генетических исследований?

**Контрольные вопросы по теме 2:  
«Инструменты генетической инженерии»**

1. Что представляют собой плазмиды? Каковы их функции у микроорганизмов, используемых в биотехнологических процессах?
2. Опишите строение векторной молекулы на основе плазмидной ДНК. Какими особенностями они обладают?
3. Что такое фазмиды?
4. Для каких целей используют искусственные хромосомы? В чем их преимущество перед другими видами векторов?
5. Какие ферменты используют в генетической инженерии?
6. Каков механизм действия эндонуклеаз рестрикции?
7. Каков механизм действия лигаз?

**Контрольные вопросы по теме 3:  
«Методы генетической инженерии»**

1. Опишите основные принципы технологии рекомбинантной ДНК.
2. Какие методы получения изолированных генов вы знаете?
3. Перечислите последовательность операций при включении чужеродного гена в векторную молекулу.
4. Какие способы используют для введения рекомбинантной ДНК в клетки бактерий?
5. Опишите способы введения рекомбинантных плазмид в клетку бактерии.
6. Что означает процесс «электропорация» и для чего ее применяют?
7. Какие способы используют для введения рекомбинантной ДНК в клетки животных?
8. Какие методы позволяют отобрать клоны с рекомбинантной ДНК?
9. Укажите основные биотехнологические этапы методики клонирования.
10. Приведите примеры фармацевтических препаратов на основе рекомбинантных белков.

#### Контрольные вопросы по теме 4:

##### «Белковая инженерия»

1. Какие методы введения случайных мутаций вы знаете?
2. Как отобрать белки с требуемыми свойствами?
3. Приведите примеры мутагенеза с использованием олигонуклеотидов.
4. Что такое нонсенс-супрессоры?
5. Какие системы экспрессии используют в биоинженерии?
6. Какие проблемы возникают при экспрессии генов млекопитающих в микроорганизмах?

#### Контрольные вопросы по теме 5:

##### «Клеточная инженерия»

1. Перечислите основные направления исследований в клеточной инженерии.
2. Возможно ли осуществить межвидовое и межродовое слияние?
3. Что представляют собой гибриды?
4. Что такое протопласты?
5. Что такое "молчащие" гены?
6. Каково значение гибридом для производства современных диагностических препаратов?
7. Какие существуют способы получения трансгенных животных?
8. Какие существуют способы получения трансгенных растений?

#### Контрольная работа.

##### Вариант 1.

###### Задача 1.

Во фрагменте двухцепочечной молекулы ДНК учёные обнаружили 720 А нуклеотидов, которые составляют 24 % от их общего количества.

Вопросы:

1. Сколько содержится Т, Г, Ц нуклеотидов в отдельности в этом фрагменте молекулы ДНК?
2. Определите длину данного фрагмента молекулы ДНК.
3. Определите количество аминокислот в соответствующем фрагменте молекулы белка.
4. Каково отношение аденин — тиминовых к гуанин — цитозиновым парам в двухцепочечной молекуле ДНК и о чем оно может свидетельствовать?

###### Задача 2.

Для амплификации данного фрагмента ДНК необходимо подобрать праймеры к его концам:

5` - ТГЦТАЦГТААТГЦЦГАТТАГЦАТ -3`

Какова будет последовательность праймеров (длиной по 6 нуклеотидов)?

###### Задача 3.

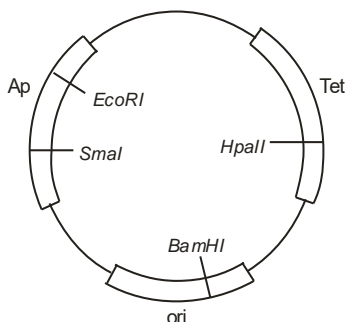
Для проведения ПЦР необходимо подобрать пару праймеров (длиной 8 нуклеотидов) к данному фрагменту ДНК так, чтобы их температура отжига была одинаковой.

Рассчитайте оптимальную температуру отжига.

5` - АААГЦТГГТЦТГААТЦЦГАТТТТАГЦЦГГАТЦГАЦГ -3`

#### Задача 4.

Подберите оптимальный способ клонирования фрагмента ДНК в вектор.  
 ГААТТЦЦГГГААТЦГГТТАТАГГЦТАГТГАЦТГЦЦГГГАТЦЦ



Рестриктазы	Участки распознавания и места разреза ДНК	Рестриктазы	Участки распознавания и места разреза ДНК
BamI	5'-Г-*Г-А-Т-Ц-Ц-3' 3'-Ц-Ц-Т-А-Г-*Г-5'	HaeIII	5'-Г-Г-*Ц-Ц-3' 3'-Ц-Ц-*Г-Г-5'
EcoRI	5'-Г-*А-А-Т-Т-Ц-3' 3'-Ц-Т-Т-А-А-*Г-5'	HpaII	5'-Ц-*Ц-Г-Г-3' 3'-Г-Г-Ц-*Ц-5'
HindIII	5'-А-*А-Г-Ц-Т-Т-3' 3'-Т-Т-Ц-Г-А-*А-5'	SmaI	5'-Ц-Ц-Ц-*Г-Г-Г-3' 3'-Г-Г-Г-*Ц-Ц-Ц-5'

#### Вариант 2.

##### Задача 1.

Во фрагменте двухцепочечной молекулы ДНК учёные обнаружили 1400 Ц нуклеотидов, которые составляют 35 % от их общего количества.

Вопросы:

1. Сколько содержится Т, Г, А нуклеотидов в отдельности в этом фрагменте молекулы ДНК?
2. Определите длину данного фрагмента молекулы ДНК;
3. Определите количество аминокислот в соответствующем фрагменте молекулы белка.
4. Каково отношение аденин — тиминовых к гуанин — цитозиновым парам в двухцепочечной молекуле ДНК и о чем оно может свидетельствовать?

##### Задача 2.

Для амплификации данного фрагмента ДНК необходимо подобрать праймеры к его концам:

5' - ТГААТЦТАЦГТААТГЦЦГАТГЦА -3'

Какова будет последовательность праймеров (длиной по 6 нуклеотидов)?

##### Задача 3.

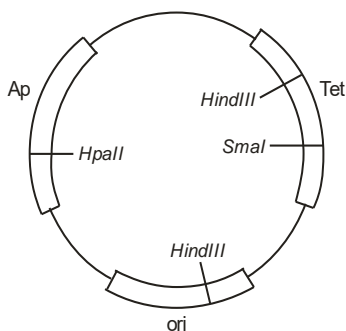
Для проведения ПЦР необходимо подобрать пару праймеров (длиной 8 нуклеотидов) к данному фрагменту ДНК так, чтобы их температура отжига была одинаковой.

Рассчитайте оптимальную температуру отжига.

5' -ТТТГЦАГГТЦТГААТТАГЦЦГТГЦЦГГААЦГТЦЦ-3'

##### Задача 4.

Подберите оптимальный способ клонирования фрагмента ДНК в вектор.  
 ААГЦТТЦЦГГГААТЦГГТТАТАГГЦТАГТГАЦТГЦЦГГААГЦТТ



Рестриктазы	Участки распознавания и места разреза ДНК	Рестриктазы	Участки распознавания и места разреза ДНК
BamI	5'-Г-*Г-А-Т-Ц-Ц-3' 3'-Ц-Ц-Т-А-Г-*Г-5'	HaeIII	5'-Г-Г-*Ц-Ц-3' 3'-Ц-Ц-*Г-Г-5'
EcoRI	5'-Г-*А-А-Т-Т-Ц-3' 3'-Ц-Т-Т-А-А-*Г-5'	HpaII	5'-Ц-*Ц-Г-Г-3' 3'-Г-Г-Ц-*Ц-5'
HindIII	5'-А-*А-Г-Ц-Т-Т-3' 3'-Т-Т-Ц-Г-А-*А-5'	SmaI	5'-Ц-Ц-Ц-*Г-Г-Г-3' 3'-Г-Г-Г-*Ц-Ц-Ц-5'

## 1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к экзамену

1. Объекты изучения, задачи, методы исследования и основные направления развития современной биоинженерии.
2. Понятие вектора в генетической инженерии. Виды векторов.
3. Конструирование экспрессирующих векторов и механизмы их функционирования.
4. Прокариотические и эукариотические векторы экспрессии.
5. Основные классы ферментов, используемых в генетической инженерии.
6. Системы экспрессии генов в бактериальных клетках.
7. Проблемы экспрессии чужеродных генов в микроорганизмах. Обеспечение возможности экспрессии генов млекопитающих в микробной клетке.
8. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы.
9. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток животных.
10. Бесклеточные системы синтеза белка.
11. Методы получения изолированных генов.
12. Основные принципы технологии рекомбинантной ДНК.
13. Способы введения рекомбинантной ДНК в клетки.
14. Области применения рекомбинантных микроорганизмов.
15. Генетические маркеры. Методы идентификации и изоляции клонов с рекомбинантной ДНК.
16. Протопластирование и слияние (фузия) протопластов.
17. Гибридизация эукариотических организмов.
18. Клонирование эмбрионов млекопитающих.
19. Способы получения трансгенных животных.
20. Основные этапы получения трансгенных растений.
21. Методы выделения и очистки НК из природных образцов. Методы определения концентрации НК.
22. Физические принципы метода гель-электрофореза. Проведение и параметры агарозного гель-электрофореза.
23. Принцип рестрикционного анализа.
24. Флуоресцентная гибридизация *in situ* (FISH).
25. Характеристика и принцип метода нозерн-гибридизации.
26. Характеристика и принцип метода саузерн-гибридизации.
27. Характеристика и принцип метода вестерн-гибридизации.
28. Технологии, основанные на ДНК-чипах
29. Компоненты и схема проведения ПЦР. Требования к организации помещений для ПЦР-лаборатории. Проблема контаминации.
30. Разновидности ПЦР. Практическое использование ПЦР-анализа для фундаментальных и прикладных исследований.
31. Секвенирование ДНК по Сэнгеру.
32. Секвенирование с помощью капиллярного секвенатора.
33. Секвенаторы нового поколения (Ion, SOLiD, пиросеквенирование, Illumina/Solexa). Полногеномное секвенирование.
34. Роль биоинформатики в современной молекулярной генетике и биотехнологии.
35. Международные базы данных по молекулярной биологии и генетике.
36. Направленная модификация белков. Методы направленного мутагенеза.
37. Случайный мутагенез и селекция белков с определенной функцией (молекулярная эволюция).
38. Создание химерных и мультифункциональных белков.
39. Создание белков с гибридными свойствами. Создание искусственных белков *de novo*.

## **Правила выставления оценки по результатам фронтального опроса и коллоквиума**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

## **Правила выставления оценки за контрольную работу**

- *Отлично* выставляется за полные ответы на все вопросы с включением в ответ содержания лекции, материала учебников и дополнительной литературы.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на вопросы в объеме лекции или ответ с включением в содержание материала учебника, дополнительной литературы, но с незначительными неточностями.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещены в полном объеме два из трех вопросов или освещены все вопросы более чем наполовину, включая главное в содержании.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещен в полном объеме один из трех вопросов, или освещены менее половины требуемого материала или не описано главное в содержании вопросов, или нет ответов, или письменная работа не сдана.

## **Правила выставления оценки на зачете**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;

- студент свободно владеет научной терминологией;

- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;

- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;

- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;

- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;

- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;

- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;

- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

## Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Биоинженерия»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Изучение курса «Биоинженерия» направлено на расширение и углубление знаний в области молекулярной биологии и получении навыков использования современных молекулярно-генетических методов в изучении разнообразия биологических объектов.

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Биоинженерия» являются лекции. Предусмотрены также лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала и знакомство с методами молекулярно-генетических исследований. Степень готовности к занятиям студент может проверить вопросами для самоконтроля. Они призваны помочь студенту в обобщении и анализе сведений, полученных из учебников и дополнительной литературы.

Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Теоретический материал на лекциях дается в сокращенном изложении (носит преимущественно обзорный характер), поэтому законспектированный на лекциях материал необходимо прорабатывать дома и при необходимости дополнять информацией, полученной из учебной литературы, практических занятий, на консультациях.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается решение задач по молекулярной биологии.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде фронтального опроса, контрольных работ, коллоквиумов и тестирования. Также проводятся консультации по разбору наиболее трудных вопросов рассматриваемых разделов.

Допуск к зачету по дисциплине выставляется по результатам выполнения всех форм текущего и промежуточного контроля знаний. Студентам, не успевшим в отведенное время получить положительную оценку (удовлетворительно и выше) хотя бы по одной из форм контроля, предлагается сдача зачета в устной форме с погашением долгов до официальной даты зачетного мероприятия.

Освоить теоретическую часть дисциплины самостоятельно студенту сложно в силу большого объема материала. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является необходимым.

Творческая самостоятельная работа включает написание реферата по заданным темам. Задание выдается индивидуально каждому студенту в начале 7 семестра.

#### *Требования по подготовке реферата.*

1. Выбор и согласование темы реферата с преподавателем.
2. Согласование срока сдачи реферата в соответствии с календарным планом изучения дисциплины.
3. Реферат подготавливается в форме презентации по теме исследования (см. основные требования к подготовке презентации).
4. Защита работы предполагает устное сообщение и демонстрацию слайдов (презентации) и видеозаписей, подготовленных в процессе реферирования. Время, отведенное на представление работы, должно составлять 10-15 минут.
5. В качестве источников рекомендуется использовать ресурсы, научно-техническую литературу и периодику, выпущенную за последние 5 лет. Должно использоваться не менее 5 источников.

#### *Требования к подготовке презентации.*

1. Рекомендуемый объем презентации: 8-12 слайдов.



2. На стартовом слайде должны быть обязательно приведены: Тема реферата. Сведения об авторе: ФИО, группа.
3. Следующий слайд: Краткая аннотация реферата (не более 3-4 предложений). Аннотация должна отвечать на вопросы: чему посвящена данная работа? что именно рассматривается в данной работе?
4. Последующие слайды: изложение основного вопроса. Рекомендуется максимально насыщать слайды иллюстративным материалом к тексту. На каждом новом слайде должны содержаться схемы, графики, таблицы и пр. Изображения и надписи на рисунках должны быть четкими и хорошо читаться.
5. На последнем слайде презентации должен быть приведен список использованных источников литературы. Указывать полные выходные данные книг и журнальных статей. Источники Internet должны быть приведены в виде URL с точным указанием ресурса.

#### *Критерии оценивания работы.*

- содержательность, логичность, аргументированность изложения и общих выводов;
- умение анализировать различные источники, извлекать из них исчерпывающую информацию, систематизировать и обобщать ее;
- умение ясно выражать свои мысли в устной форме, яркость, образность выражений, индивидуальность стиля автора реферата;
- правильность оформления работы (соответствие демонстрационных материалов основным требованиям к оформлению презентации).

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу. К таким можно отнести следующие издания:

Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика : учеб. пособие для вузов. Новосибирск, Сиб. унив. изд-во, 2003, 479 с.

Льюин Б. Гены / Под ред. Д.В. Ребрикова. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 896 с.

Обзорные и экспериментальные статьи в журналах «Молекулярная биология», «Биохимия», «Генетика» и др.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

**1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»** (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Головной разработчик проекта – Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика») [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

ИС «Единое окно» объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека** – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- **Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов** содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- **Избранное.** В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- **Библиотеки вузов.** Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.