

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии, биотехнологии и природопользования



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

### Молекулярное конструирование

Направление подготовки: 19.03.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Биотехнология и биоинженерия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025



## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем



Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Баранова Н.Б. (кафедра генетики, Центр биологии и педагогического образования), NBBaranova@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способность проводить научные исследования по заданным методикам и (или) осуществлять разработки по отдельным разделам (этапам, заданиям) проекта или темы под руководством специалиста более высокой квалификации

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные принципы молекулярного конструирования;
- этапы генно-инженерных работ.

Должен уметь:

использовать полученные знания для подбора биологических объектов и применения их в различных технологических процессах;  
проводить научные исследования по заданным методикам и (или) осуществлять разработки по отдельным разделам (этапам, заданиям) проекта или темы.

Должен владеть:

- методами молекулярного конструирования;
- навыками разработки исследовательских проектов, участия в других проектах, самостоятельной исследовательской работы.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 19.03.01 "Биотехнология (Биотехнология и биоинженерия)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 53 часа(ов), в том числе лекции - 24 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 19 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.



**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий****4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Основы молекулярной и клеточной биологии.	7	2	0	6	0	0	0	2
2.	Тема 2. Методы изучения структуры и функций генов.	7	2	0	4	0	0	0	4
3.	Тема 3. Ферменты, применяемые в молекулярном конструировании.	7	4	0	2	0	0	0	3
4.	Тема 4. Векторные молекулы ДНК и их конструирование.	7	4	0	4	0	0	0	2
5.	Тема 5. Методы получения рекомбинантных молекул ДНК и введение рекомбинантных молекул ДНК в клетки.	7	4	0	4	0	0	0	3
6.	Тема 6. Создание и скрининг библиотек генов.	7	4	0	4	0	0	0	3
7.	Тема 7. Прокариотические и эукариотические системы экспрессии. Выделение целевых белков.	7	4	0	4	0	0	0	2
	Итого		24	0	28	0	0	0	19

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)****Тема 1. Основы молекулярной и клеточной биологии.**

Строение и функции нуклеиновых кислот. Уровни организации. Геномы. Репликация, репарация и рекомбинация. Принципы репликации. Ошибки репликации и мутации. Транскрипция и процессинг мРНК. Структура генов прокариот и эукариот. Регуляция экспрессии генов бактерий и эукариот. Геномы клеточных органелл: хлоропласты и митохондрии. Функциональное разнообразие РНК. Трансляция. Определение процесса трансляции. Генетический код. Строение рибосом у бактерий и эукариот.

**Тема 2. Методы изучения структуры и функций генов.**

Работа с нуклеиновыми кислотами: требования к лаборатории. Методы выделения нуклеиновых кислот. Обработка и количественное определение нуклеиновых кислот. Гибридизация нуклеиновых кислот. Гель-электрофорез. Полимеразная цепная реакция. Секвенирование нуклеиновых кислот. Биоинформатика. Секвенирование геномов организмов. Искусственный синтез ДНК.

**Тема 3. Ферменты, применяемые в молекулярном конструировании.**

Ферменты молекулярного клонирования: биология и активность эндонуклеаз рестрикции. Системы рестрикции-модификации. Последовательности узнавания для ферментов рестрикции. Рестрикционное картирование. ДНК лигирование. Факторы, влияющие на активность ферментов рестрикции. ДНК полимеразы. Термостабильная ДНК-полимераза. Терминальная трансфераза. Обратные транскриптазы. Нуклеазы: ДНКаза и РНКаза. ДНК-лигаза. Полинуклеотидкиназа.

**Тема 4. Векторные молекулы ДНК и их конструирование.**

Характеристика хозяев для векторов с чужеродной ДНК. Векторы для молекулярного клонирования. Требования, предъявляемые к вектору. Типы векторов: клонирующие, экспрессирующие, секретирующие, интегративные, челночные. Клонированная емкость вектора. Плазмидные векторы. Маркерные последовательности. Гены устойчивости к антибиотикам. F-плазмиды, R-плазмиды, плазмиды деградации, криптические плазмиды. Плазмиды со строгим контролем репликации. Мультикопийные плазмиды. Группы несовместимости. Плазмиды с узким и широким спектром хозяев. Плазмидный вектор pBR322. Клонирование генов в lacZ из lac-оперона E.coli.

**Тема 5. Методы получения рекомбинантных молекул ДНК и введение рекомбинантных молекул ДНК в клетки.**



Коннекторный метод. Рестриктазно-лигазный метод. Трансформация. Трансфекция. Электропорация. Липофекция. Биобалистика. Микроинъекция. Компетентность физиологическая и индуцированная. Биологическое значение природной компетентности. Усиление компетентности *B. subtilis*. Индукция компетентности у *E. coli*. Ферментативный гидролиз клеточных стенок, протопласт, сферопласт.

#### **Тема 6. Создание и скрининг библиотек генов.**

Библиотека генов - набор фрагментов ДНК, в котором представлены все гены организма. Создание библиотеки генов для про- и эукариот. Выделение мРНК. Синтез кДНК на мРНК. Синтез двухцепочечной ДНК. Скрининг с помощью гибридизации. Иммунологический скрининг геномной библиотеки. Скрининг по активности белка.

#### **Тема 7. Прокариотические и эукариотические системы экспрессии. Выделение целевых белков.**

Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах. Эукариотические системы экспрессии. Проблемы экспрессии чужеродных генов в целевом организме. Причины использования разнообразных систем (простейшие, растения и животные) для биопродукции белков. Гетерологичная экспрессия, посттрансляционные модификации и получение функционально активных аутентичных белков. Гликозилирование рекомбинантных белков в зависимости от клетки-хозяина. Стабилизация целевых продуктов в клетке.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):



- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

National Center for Biotechnology Information - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Классическая и молекулярная биология - <http://molbiol.ru/>

Портал методов молекулярной биологии - <http://www.protocol-online.org/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционный курс дисциплины направлен на ознакомление студентов с основами молекулярного конструирования, а также фундаментальными и прикладными достижениями генетической инженерии. Подробно рассматриваются этапы генно-инженерных работ, способы получения рекомбинантных молекул ДНК и их введения в клетки, схемы конструирования организмов с новыми свойствами.
практические занятия	Практические занятия направлены на выполнение студентами под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности. В рамках практических занятий студенты работают с учебно-методическими материалами кафедры, знакомятся с электронными образовательными ресурсами.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов в рамках курса заключается в подготовке к занятиям, разборе перечней вопросов по отдельным темам курса, подготовке к практическим занятиям. Самостоятельная работа направлена на изучение рекомендуемой преподавателем литературы в области основ молекулярного конструирования.
зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопросы и время на подготовку. Зачёт проводится в устной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.



Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 19.03.01 "Биотехнология" и профилю подготовки "Биотехнология и биоинженерия".



*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.02 Молекулярное конструирование*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 19.03.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Биотехнология и биоинженерия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 160 с. - ISBN 978-5-8114-8733-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/179623> (дата обращения: 29.09.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Саткеева, А. Б. Молекулярная биотехнология : учебное пособие / А. Б. Саткеева, К. А. Сидорова. - Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2020. - 115 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/162314> (дата обращения: 29.09.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Субботина, Т. Н. Молекулярная биология и геновая инженерия : учебное пособие / Т. Н. Субботина, П. А. Николаева, А. Е. Харсекина. - Красноярск : СФУ, 2018. - 60 с. - ISBN 978-5-7638-3857-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/157528> (дата обращения: 29.09.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Молекулярная биология : учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]. - Кемерово : КемГУ, 2017. - 93 с. - ISBN 979-5-89289-100-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/103922> (дата обращения: 29.09.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Баженова, И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика : учебное пособие для вузов / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 140 с. - ISBN 978-5-507-44783-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/242981> (дата обращения: 29.09.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Резяпкин, В. И. Геновая инженерия: практикум : учебное пособие / В. И. Резяпкин. - 7-е изд., перераб. - Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2024. - 65 с. - ISBN 978-985-582-603-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/433241> (дата обращения: 28.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.



*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.02 Молекулярное конструирование*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 19.03.01 - Биотехнология

Профиль подготовки: Биотехнология и биоинженерия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.