

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Биологического института



Д. С. Воробьев

«29» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Генная инженерия**  
по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
«Генетика, геномика и синтетическая биология»

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.10

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В. Н. Стегний

Председатель УМК

А. Л. Борисенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2. Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИОПК-2.1. Демонстрирует понимание фундаментальных и прикладных представлений дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры;

– ИОПК-2.2. Демонстрирует понимание методологических основ дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры;

– ИОПК-2.3. Использует фундаментальные знания, практические наработки и методический базис специальных дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры, при планировании и реализации профессиональной деятельности;

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Изучить современные молекулярные подходы в биоинженерии, теоретические основы полимеразной цепной реакции, реалтайм пцр, рестрикционного анализа и гель-электрофоретического разделения молекул ДНК, современные методы секвенирования, клонирование и векторы клонирования.

– Научиться ориентироваться в базовых подходах современной биоинженерии

– Сформировать способности к самостоятельному познанию и обучению, поиску источников информации (в том числе в сети Интернет), обобщению, оформлению и представлению результатов научной деятельности, их критическому анализу, аргументированному отстаиванию сложившейся позиции по заданной тематике, подготовке выступлений и ведению дискуссий

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 2, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. Представленная дисциплина базируется на знаниях генетики, цитологии, молекулярной биологии, основ культивирования микроорганизмов и клеток. Обучающиеся должны уметь самостоятельно спланировать освоение дополнительного материала, осуществлять поиск информации в интернет-ресурсах, уметь делать доклады и презентовать собственную работу.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 10 ч.;
- семинарские занятия: 16 ч.;
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Понятие генная инженерия. Основные современные достижения в генной инженерии. Центральная догма молекулярной биологии.

### Тема 2. Молекулярное клонирование

Возможности применения молекулярного клонирования. Рестриктазы и основные типы рестриктаз. Этап рестрикции. Векторы. Этап лигирования. Этап трансформации. Методы обеспечения компетентности клеток. Варианты клеточных культур для трансформации. Методы отбора бактерий со встройкой. Бело-голубая селекция. Методы отбора плазмид со встройкой. Colony PCR. Бактерии – плазмидные и белковые фабрики.

### Тема 3. Высокопроизводительное клонирование.

Обоснованность использования методов высокопроизводительного клонирования в генной инженерии. Запасные части для высокопроизводительного клонирования. Стандартизация BIOBRICKS. Принцип работы Golden Gate и Golden Braid. Клонирование за счет односторонних выступающих концов. Sequence and Ligation Independent Cloning (SLIC), Gibson Isothermal Assembly (Gibson). Сайт-направленный мутагенез. Системы сайт-специфической рекомбинации.

### Тема 4. Проект геном человека и современные методы секвенирования

Предпосылки становления проекта генома человека. Итоги проекта и открывшиеся перспективы исследования генов и геномов. Метод секвенирования по Сэнгеру. ДНК-микрочип. Секвенирование следующего поколения (NGS). PacBIO секвенирование. Пиросеквенирование. Секвенирование Illumina. Нанопоровое секвенирование.

### Тема 5. Редактирование генов и геномов

ПЦР и история открытия ПЦР. Touchdown ПЦР. Multiplex PCR. Nested PCR. Inverse PCR. COLD-PCR. Overlap-extension PCR. Real-time PCR. Зонды для Real-time PCR. Система адаптивного иммунитета у бактерий. Системы редактирования генома. TALEN. Система редактирования генома CrISPR/CAS9. Продукты, полученные с помощью системы CrISPR/CAS9. Система CrISPR/CAS9 в борьбе с неизлечимыми болезнями. Система CrISPR/CAS9 для редактирования генома человека.

### Тема 6. Синтез генов и геномов

Синтез олигонуклеотидов. Синтез амидофосфитным методом. Синтез олигонуклеотидов на чипах с помощью фотолитографии. Синтез генов. Ligase chain reaction (LCR), Polymerase chain reaction (PCR). Синтез геномов. Сборка генома вируса phi x 174. Сборка генома *Mycoplasma genitalium*. Bacterial artificial chromosome (BAC), Yeast artificial chromosome (YAC). Сборка генома *Escherichia Coli*. GP-WRITE.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения домашних заданий, выполнения тестов и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит один теоретический и один практический вопросы. Продолжительность экзамена – 1,5 часа.

Примерный перечень вопросов промежуточной аттестации:

- 1) Молекулярное клонирование: этап рестрикции и рестриктазы
- 2) Молекулярное клонирование: этап лигирования и вектор
- 3) Молекулярное клонирование: этап трансформации и компетентные клетки
- 4) Принцип работы лактозного оперона. Использование лактозного оперона в бело-голубой селекции
- 5) Touchdown ПЦР
- 6) Multiplex PCR
- 7) Nested PCR
- 8) Inverse PCR
- 9) Assembly PCR
- 10) Высокопроизводительное клонирование Biobricks
- 11) Высокопроизводительное клонирование: Golden gate
- 12) Клонирование за счет одонитевых выступающих концов: Gibson Isothermal Assembly (Gibson)
- 13) Клонирование за счет одонитевых выступающих концов: Sequence and Ligation Independent Cloning (SLIC)
- 14) Сайт-специфическая рекомбинация: Gateway-клонирование
- 15) Синтез генов при помощи лигирования. Синтез генов при помощи ПЦР
- 16) Принцип метода секвенирования ДНК – Пиросеквенирование
- 17) Принцип метода секвенирования ДНК – Illumina
- 18) Принцип метода секвенирования ДНК – Oxford nanopore
- 19) Принцип метода секвенирования ДНК – Sanger

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Итоговая оценка по дисциплине, состоит из оценки за самостоятельную работу (текущий контроль) и ответа на экзамене. По каждому из видов заданий текущего контроля выставляется оценка «зачтено», если учащийся выполнил или отразил в работе не менее 70% от планируемого объема материала. Планируемый объем оглашается заранее и выражается в 100% (максимально возможное количество правильных ответов (вопросы и задания). При формировании устного ответа во время сдачи экзамена обучающимся необходимо продемонстрировать знания, полученные как во время лекционной части курса так и при самостоятельном проработке тем курса, представленных в проверочных работах, проектах и ответах на вопросы текущего контроля.

Критерии и шкалы оценивания устного ответа:

Критерий	Описание	Шкала оценивания
Знание теоретической части курса.	В процессе ответа студент демонстрирует теоретические знания по теме билета.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.
Связь теории с	При ответе на практическую	Да – 3 балла.

практикой.	часть вопроса студент обосновывает выбор метода теоретическими знаниями.	Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.
Владение основными понятиями.	Студент грамотно использует в своей речи основные определения и термины, изученные в курсе.	Да – 2 балла. Частично – 1 балл. Нет – 0 баллов.
Владение практическими методами.	Студент приводит алгоритм решения практического вопроса, несет ответственность за результаты.	Да – 3–4 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.

Оценку «отлично» получают студенты, набравшие 10-12 баллов при ответе на вопросы билета, оценку «хорошо» получают студенты, набравшие 8-9 баллов, оценку «удовлетворительно» получают студенты, набравшие 7 балла. Успешная сдача всех заданий текущей аттестации является обязательным условием допуска к экзамену. Студенты не сдавшие задания текущего контроля к экзамену не допускаются.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

### 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература по дисциплине:  
Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии: учебник. - СПб.: Эко-Вектор, 2016. - 328 с.  
Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. – М.: БИНОМ ТД, 2014. – 325 с.

#### б) дополнительная литература:

- Yadav R, Kumar V, Baweja M, Shukla P. Gene editing and genetic engineering approaches for advanced probiotics: A review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2018 Jul 3;58(10):1735-1746. doi: 10.1080/10408398.2016.1274877. Epub 2017 Jul 21.
- Mougiakos I., Bosma E.F., de Vos W.M., van Kranenburg R., van der Oost J. Next Generation Prokaryotic Engineering: The CRISPR-Cas Toolkit. Trends Biotechnol. 2016 Jul;34(7):575-587. doi: 10.1016/j.tibtech.2016.02.004. Epub 2016 Mar 2

#### в) электронные ресурсы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ <http://www.lib.tsu.ru/>
- Якупов, Т.Р. Молекулярная биотехнология : учебник / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-3719-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123684> (дата обращения: 04.02.2020).

### 13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения семинарских занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Коханенко Алина Андреевна, канд. биол. наук, доцент, кафедра генетики и клеточной биологии БИ ТГУ