

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШХБМТ

 М.Е. Трусова

«03» / 07 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Методы молекулярной биологии и геной инженерии</b>		
Направление подготовки	18.04.01 Химическая технология	
Образовательная программа	Перспективные химические и биомедицинские технологии	
Специализация	Перспективные химические и биомедицинские технологии	
Уровень образования	высшее образование - магистратура	
Курс	2019 г.	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	2	семестр 3
Виды учебной деятельности	6	
	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8
	Практические занятия	16
	Лабораторные занятия	24
	ВСЕГО	48
	Самостоятельная работа, ч	168
	в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)	курсовой проект
	ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации

экзамен,  
диф. зачет

Обеспечивающее подразделение

ИШХБМТ

Руководитель ООП  
Преподаватель



А.Н. Пестряков

А.Г. Першина

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ДПК (У)-1	Готовность к созданию химических соединений, материалов и изделий биомедицинского назначения и (или) их физико-химического анализа с учетом требований охраны здоровья и безопасности труда, защиты окружающей среды	ДПК (У)-1. В6	Владеет способностью оценки и анализа данных полученных с использованием методов молекулярной биологии
		ДПК (У)-1. У6	Умеет применять методы молекулярной биологии и геномной инженерии для решения научных задач
		ДПК (У)-1. 36	Знает структурные формулы и названия всех компонентов белков и нуклеиновых кислот, и методы их исследования, биохимические и молекулярно-биологические основы генетической инженерии

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Применять знания общих законов сохранения и реализации генетической информации в эукариотической клетке	ДПК (У)-1
РД-2	Планировать эксперимент, исходя из знания базовых методов молекулярной биологии и геномной инженерии	ДПК (У)-1
РД-3	Применять экспериментальные методы для направленной генетической трансформации живой клетки	ДПК (У)-1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1 <i>Реализация генетической информации в клетке</i>	РД-1	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	<b>12</b>
		Самостоятельная работа	<b>85</b>
Раздел 2 <i>Генная инженерия</i>	РД-2, РД-3	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	<b>12</b>
		Самостоятельная работа	<b>83</b>

Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Реализация генетической информации в клетке**

В рамках раздела рассматриваются механизмы, лежащие в основе сохранения, передачи и реализации генетической информации в клетке, методы анализа РНК и ДНК.

Репликация, стадии. Ориджин. Ферменты репликации. Репарация. Рекомбинация.

Транскрипция, стадии. Структура мРНК (функциональные области). Процессинг мРНК.

Понятие транскриптом. мРНК и некодирующие РНК. Строение генов эукариот, регуляция экспрессии. Промотор. Терминатор. Инсуляторы, энхансеры, сайленсеры, их роль в экспрессии генов. Метилирование ДНК, метилирование и ацетилирование гистонов. Ремоделирование хроматина. Посттранскрипционный контроль.

Трансляция (биосинтез белка), стадии. Генетический код. Рамка считывания. Регуляция трансляции. Посттрансляционные модификации белков.

**Темы лекций:**

**Лекция 1.** Репликация. Репарация. Рекомбинация.

**Лекция 2.** Транскрипция и ее регуляция.

**Лекция 3.** Трансляция и ее регуляция.

**Темы практических занятий:**

Практическое занятие 1. Структура ДНК и РНК. Программа GeneBank.

Практическое занятие 2. Оценка экспрессии. Обратная транскрипция. Real-time ПЦР.

Практическое занятие 3. Секвенирование ДНК. Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК. Секвенирование по Сенгеру (метод обрыва цепи). Принцип работы автоматического секвенатора. Секвенирование ДНК по Максаму и Гилберту (метод химической дегградации). NGS-секвенирование (секвенирование нового поколения): пиросеквенирование, SOLiD – чтение посредством лигирования. Illumina, Ion Torrent™. Секвенирование 3 поколения: поровое секвенирование, одномолекулярное секвенирование в реальном времени.

Практическое занятие 4. Генетический код. Свойства генетического кода. Решение задач.

**Названия лабораторных работ:**

Лабораторная работа 1. Трансформация прокариотических клеток.

Лабораторная работа 2. Выделение плазмидной ДНК.

Лабораторная работа 3. Анализ ДНК методом электрофореза в агарозном геле.

Лабораторная работа 4. ПЦР

### **Раздел 2. Генная инженерия**

Основные понятия генной инженерии: клонирование, трансформация, вектор. Подходы к манипуляции с генетическим материалом. Ферменты, используемые в генной инженерии: рестриктазы второго типа, ДНК-лигазы, ДНК-полимеразы, полинуклеотид-киназы, фосфатазы и др. Система рестрикции-модификации бактерий. Эндонуклеазы рестрикции. Изошизомеры. Источники генетического материала. Общие свойства векторов. Векторы для генетического клонирования – особенности их молекулярной организации. Плазмиды и другие векторы. Типы генетических библиотек. Анализ генетических библиотек. Экспрессирующие векторы. Шаттл-вектор. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*. Идентификация клеток-реципиентов, получивших новый ген. Редактирование генома. Системы с использованием нуклеаз цинковых пальцев, TALENs, CRISPER/Cas9.

**Темы лекций:**

**Лекция 4.** Генная инженерия

### **Темы практических занятий:**

Практическое занятие 5. Ферменты генной инженерии. Рестриктазы (эндонуклеазы рестрикции).

Практическое занятие 6. Векторы для генной инженерии. Векторы для генетического клонирования. Векторы для клонирования и экспрессии (структурные элементы). Промотор, *ori*, маркеры селекции, полилинкер. Вирусные векторы. Векторы на основе лентивирусов.

Практическое занятие 7. Методы создания рекомбинантных молекул ДНК. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro* – рестриктазно-лигазный, Golden Gate, BioBricks; технологии LIC, TA- и TOPO клонирования, клонирование Gateway.

Практическое занятие 8. Редактирование генома. Системы с использованием нуклеаз цинковых пальцев, TALENs, CRISPER/Cas9.

### **Названия лабораторных работ:**

Лабораторная работа 5. Трансфекция эукариотических клеток

Лабораторная работа 6. Оценка экспрессии белка. Оценка эффективности трансфекции (экспрессии) методом проточной цитометрии.

Лабораторная работа 7. Создание генетически модифицированной линии клеток.

### **Тематика курсовых проектов:**

Создание линии клеток MRC-5 с нокаутом гена *AnxA6*

Создание линии клеток НерG2 с повышенной экспрессией гена *KLF4*

Создание линии клеток Создание линии клеток НЕК293FT дефективных по гену *IRF7BJ* с повышенной экспрессией гена *SOX2*

Создание линии клеток НерG2 с повышенной экспрессией гена *LIN28A*

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в видах и формах:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовка курсового проекта, подготовка к защите курсового проекта;
- подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, экзамену.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература:**

1. Кребс, Д. Гены по Льюину / Д. Кребс, Э. Голдштейн, С. Килпатрик ; перевод с английского И. А. Кофиади [и др.]. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 922 с. — ISBN 978-5-00101-582-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103025> (дата обращения: 02.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер ; под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. — 2-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 855 с. — ISBN 978-5-9963-2877-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66244> (дата обращения: 02.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия [Электронный ресурс]: учебно-справочное пособие/ Щелкунов С.Н. – Электрон. текстовые данные. Библиотека РФФИ – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. – 514 с.– Режим доступа: [https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_61136#7](https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_61136#7). (дата обращения: 02.06.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. ПЦР в реальном времени / Д. В. Ребриков, Г. А. Саматов, Д. Ю. Трофимов, П. А. Семёнов; под редакцией Д. В. Ребрикова. – 6-е изд. (эл.). – Москва : Лаборатория знаний, 2015. – 226 с. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/70781> (дата обращения: 02.06.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. NGS: высокопроизводительное секвенирование / Д. В. Ребриков, Д. О. Коростин, Е. С. Шубина, В. В. Ильинский ; под редакцией Д. В. Ребрикова. – 2-е изд. (эл.). – Москва: Лаборатория знаний, 2015. – 235 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/70712> (дата обращения: 02.06.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А. С. Спирин. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 594 с. — ISBN 978-5-00101-623-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110208> (дата обращения: 02.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Плакунов, В.К.. Основы динамической биохимии : Учебник. — 1. — Москва: Издательская группа "Логос", 2010. — 216 с.. — ВО - Бакалавриат.. — ISBN 978-5-98704-493-3. Схема доступа: <http://znanium.com/go.php?id=469367> (контент) (дата обращения: 02.06.2020).
3. Фрешни, Р. Я. Культура животных клеток: практическое руководство : руководство / Р. Я. Фрешни ; перевод с английского Ю. Н. Хомякова, Т. И. Хомяковой. — 4-е, изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2018. — 791 с. — ISBN 978-5-00101-557-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103030> (дата обращения: 02.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 6.2 Информационное и программное обеспечение

1. Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):
  1. NCBI. Англоязычная текстовая бесплатная база данных медицинских и биологических публикаций, созданная Национальным центром биотехнологической информации [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
  2. PrimerBank. Публичный ресурс, бесплатная база данных последовательностей специфических праймеров для проведения ПЦР, в том числе Real-time ПЦР [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://pga.mgh.harvard.edu/primerbank>
  3. Molbiol. Профессиональный сайт, предоставляющий свободный доступ к онлайн-программам, позволяющим проводить операции с последовательностями нуклеиновых кислот и белков. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://molbiol.ru/scripts/>
  4. NEBcutter V2.0. Онлайн-ресурс, позволяющий искать сайты рестрикции в последовательности ДНК. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://nc2.neb.com/NEBcutter2/>
  5. Addgene. Бесплатная база данных последовательностей и структуры генетических векторов на основе плазмид [Электронный ресурс].- Режим

- доступа: <https://www.addgene.org/vector-database>
- Protein Expression and Purification Facility Helmholtz Zentrum München на основе плазмид [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.helmholtz-muenchen.de/pepf/materials/vector-database/bacterial-expression-vectors/index.html>
  - SnapGene Viewer. Бесплатное программное обеспечение для просмотра, дизайна и аннотирования последовательностей ДНК [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.snapgene.com/snapgene-viewer/>
  - Сайт компании Genscript для поиска и дизайна последовательностей sgRNA CRISPR sgRNA Design Tool <https://www.genscript.com/gRNA-design-tool.html>

#### 2. Видеоресурсы:

- Молекулярная биология и генетика. Онлайн-курс на образовательной платформе Stepik. Адрес ресурса: <https://welcome.stepik.org/ru>
- Введение в NGS. Часть 1. Онлайн курс на образовательной платформе Stepik Адрес ресурса: <https://welcome.stepik.org/ru>
- Биотехнологии: генная инженерия. Онлайн-курс на образовательной платформе Stepik. Адрес ресурса: <https://welcome.stepik.org/ru>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader DC;
- Google Chrome;
- Document Foundation LibreOffice.
- Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic

### 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для занятий:

	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная аудитория)  634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 116	Доска магнитно-меловая(100*200) - 1 шт.; Интерактивный комплект QOMOQWB300 - 1 шт.; Сабвуфер MICROLAB M200 - 1 шт.; Мобильная подставка Qomo - 1 шт.; Доска магнитно-маркерная,белая ,поворотная на стойке (передвижная) 100x150 см - 2 шт.; Презентатор ScreenMedia V-101 - 1 шт.; Шкаф для приборов - 1 шт.;Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.  Комплект учебной мебели на 35 посадочных мест
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (поточная лекционная аудитория)  634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 211	Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для документов - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.  Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная	Плитка нагревательная HP-20D-Unit - 1 шт.; Комплект оборудования учебной биотехнологической лаборатории - 1 шт.; Мешалка магнитная с подогревом MSH-300 - 1 шт.; Насос мембранный PVR Micro M71S AS - 1 шт.; Термостат TC1-20 со стеклопакетом - 1 шт.;

лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, 025	Биноклярный микроскоп Микмед-1вар. 2-20 - 1 шт.; Монокулярный микроскоп Микмед-1вар. 1 - 1 шт.; Холодильник лабораторный Liebherr LKv 3910 - 1 шт.; Бокс с вертикальным ламинарным потоком - 1 шт.; Аквадистиллятор АЭ-5 "ЛИВАМ" медицинский электрический - 1 шт.; Весы KERN 440-33N. 0.01г - 1 шт.; Шкаф ГП-40-ОХ ПЗ (сушильный) - 1 шт.; Автоклав полуавтоматический TUT-2340 МК 19л. - 1 шт.; Шкаф для одежды - 2 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.; Принтер - 1 шт.  Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест
--------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.04.01 Химическая технология/ Перспективные химические и биомедицинские технологии (приема 2020 г. очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ИШХБМТ		Першина А.Г.

Программа одобрена на заседании выпускающей Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий (протокол от 25 июня 2020 г. №8).

Координатор ОД ИШХБМТ,  
 д.х.н, профессор

 /С.В. Романенко/  
 подпись