

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ
А.Н. Яковлев
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Клеточная биотехнология			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа Специализация Уровень образования	19.04.01. Биотехнология		
	Биотехнология		
	Фармацевтическая биотехнология		
	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

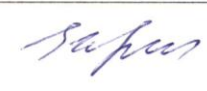
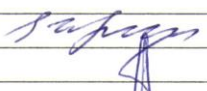
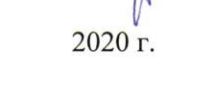
Вид промежуточной
аттестации

экзамен, диф.зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М. Кижнера
-----------------------	---------------------------------	---------------------

Вид промежуточной
аттестации

экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М. Кижнера
---------	---------------------------------	---------------------

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ Н.М.
Кижнера (на правах кафедры)
Руководитель ООП
Преподаватель

	Краснокутская Е.А.
	Краснокутская Е.А.
	Першина А.Г.

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
ОПК(У)-1	Способен к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	ОПК(У)-1.B2	Владеет методами проведения ПЦР, электрофореза нуклеиновых кислот и белков в гелях
		ОПК(У)-1.Y2	Использует приборы, предназначенные для проведения рутинных генно-инженерных манипуляций
		ОПК(У)-1.32	Знает принципы работы приборов, используемых для получения новых штаммов-продуцентов методами генной инженерии
ОПК(У)-5	Способен использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способен использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности	ОПК(У)-5.B1	Владеет основами конструирования рекомбинантных молекул ДНК
		ОПК(У)-5.Y1	Использует бесплатные программные продукты для проведения базовых манипуляций с последовательностями нуклеиновых кислот и белков
		ОПК(У)-5.31	Знает существующие бесплатные программные продукты и открытые базы данных для поиска и анализа последовательностей нуклеиновых кислот и белков
ПК(У)-18	Способен к выработке и научному обоснованию схем оптимальной комплексной аттестации биотехнологических продуктов	ПК(У)-18.B1	Владеет методами постановки ПЦР для определения остаточной ДНК штамма-продуцента
		ПК(У)-18.Y1	Определяет молекулярную массу фрагментов нуклеиновых кислот и белков методом электрофореза в гелях
		ПК(У)-18.31	Знает строение нуклеиновых кислот и полипептидов, знать структурные формулы нуклеотидов, входящих в состав нуклеиновых кислот, и протеиногенных аминокислот; принципы реализации генетической информации в клетке

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к Базовой части блока 1 учебного плана ООП: Биотехнология.

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 для создания новых и анализа существующих штаммов-продуцентов	ПК(У)-18
РД-2	Планировать эксперимент, исходя из знания базовых методов манипуляции с генетическим материалом и культивирования клеток	ОПК(У)-1
РД-3	Применять экспериментальные методы современные информационные технологии, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ, для направленной генетической трансформации живой клетки	ОПК(У)-5

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	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	
Раздел 2 <i>Генная инженерия</i>	РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	24
		Самостоятельная работа	

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Реализация генетической информации в клетке

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

Темы лекций:

Лекция 1. Транскрипция и трансляция.

Транскрипция, стадии. Структура мРНК (функциональные области). Процессинг мРНК. мРНК и некодирующие РНК. Трансляция (биосинтез белка), стадии. Генетический код. Рамка считывания. Посттрансляционные модификации белков. Особенности транскрипции и трансляции у про- и эукариот. Регуляция на уровне транскрипции и трансляции.

Темы практических занятий:

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

Практическое занятие 2. Секвенирование ДНК. Методы определения нуклеотидной последовательности ДНК. Секвенирование по Сенгеру (метод обрыва цепи). Принцип работы автоматического секвенатора. Секвенирование ДНК по Максому 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 3. Обратная транскрипция. Real-time ПЦР. Принципы детектирования флуоресцентного сигнала. Оценка уровня экспрессии гена.

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

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа 1. Полимеразная цепная реакция. Основные параметры реакции. Термостабильные ДНК-полимеразы. Праймеры.

Лабораторная работа 2. Выделение ДНК. Принцип метода выделения нуклеиновых кислот ДНК и РНК.

Раздел 2. Генная инженерия

Темы лекций:

Лекция 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. Сине-белый тест.

Лекция 3. Животная клетка – объект клеточной биотехнологии. Редактирование геномов клеток. Системы с использованием «цинковых пальцев», TALEN, CRISPER/Cas9. Векторы на основе вирусов.

Лекция 4. Растительная клетка – объект клеточной биотехнологии. Основные направления создания генетически модифицированных растений.

Темы практических занятий:

Практическое занятие 5. Рестриктазы (эндонуклеазы рестрикции).

Практическое занятие 6. Химический синтез генов. Направленный мутагенез.

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

Практическое занятие 8. Векторы для генетического клонирования. Векторы для клонирования и экспрессии (структурные элементы). Промотор, *ori*, маркеры селекции, полилинкер.

Практическое занятие 9. Анализ систем экспрессии (эу- и прокариот, *in vivo* и *in vitro*). Оптимизация экспрессии. Белки слияния.

Практическое занятие 10. Генно-инженерная система дрожжей (семинар)

Практическое занятие 11. Экспрессия в клетках млекопитающих (семинар)

Практическое занятие 12. Т-ДНК. Трансгенные растения (семинар)

Названия лабораторных работ:

Лабораторная работа 3. Рестрикция - подготовка вектора (линеаризация) и клонируемого фрагмента ДНК к лигированию

Лабораторная работа 4. Лигирование. Трансформация прокариотических клеток. Методы переноса рекомбинантных ДНК в прокариотические клетки.

Лабораторная работа 5. Индукция экспрессии TagGFP2 белка в *E.coli* и его очистка методом металл-хелатной хроматографии

Лабораторная работа 6. Определение концентрации TagGFP2 белка

Лабораторная работа 7. Техника работы с культурой эукариотических клеток.

Лабораторная работа 8. Принципы конструирования рекомбинантных молекул ДНК.

Тематика курсовых работ:

1. Получение рекомбинантной TAG ДНК полимеразы.
2. Получение рекомбинантной эндонуклеазы рестрикции BamHI.
3. Получение рекомбинантной пероксидазы хрена.
4. Получение рекомбинантного фактора IX свертываемости крови.
5. Получение рекомбинантного активатора плазминогена человека.
6. Получение рекомбинантной ксиланазы.
7. Получение рекомбинантного фолликулостимулирующего гормона человека.
8. Получение alpha-D-galactosidase A [*Homo sapiens*]
9. Получение рекомбинантного глюкогона человека.
10. Получение рекомбинантного глюкогона человека.
11. Получение рекомбинантного эритропоэтина человека.

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 (модуля)

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://ezproxy.ha.tpu.ru:2330/book/103025> (дата обращения: 02.03.2020). — 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://ezproxy.ha.tpu.ru:2330/book/66244> (дата обращения: 02.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. 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. — ISBN 978-5-9963-2954-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70781> (дата обращения: 17.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. 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. — ISBN 978-5-9963-3024-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70712> (дата обращения: 17.03.2020). — 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://ezproxy.ha.tpu.ru:2330/book/110208> (дата обращения: 02.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 3 : Пути передачи информации — 2020. — 451 с. — ISBN 978-5-00101-866-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. — URL: <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2330/book/135559> (дата обращения: 02.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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://ezproxy.ha.tpu.ru:2330/book/103030> (дата обращения: 02.03.2020). — 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):
2. 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/>
3. 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/>
4. 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/>
5. NEBcutter V2.0. Онлайн-ресурс, позволяющий искать сайты рестрикции в последовательности ДНК. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://nc2.neb.com/NEBcutter2/>
6. Addgene. Бесплатная база данных последовательностей и структуры генетических векторов на основе плазмид [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.addgene.org/vector-database/>
7. 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>
8. SnapGene Viewer. Бесплатное программное обеспечение для просмотра, дизайна и аннотирования последовательностей ДНК [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.snapgene.com/snapgene-viewer/>
9. ImageJ. Бесплатное программное обеспечение для анализа и обработки изображений. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://imagej.nih.gov/ij/>

Видеоресурсы:

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

Adobe Flash Player;

AkelPad;
 Design Science MathType 6.9 Lite;
 Document Foundation LibreOffice;
 Google Chrome;
 Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
 Mozilla Firefox ESR;
 Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 307А	Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Интерактивная доска IQBoard ET-D AD080 - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, 025	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Шкаф для одежды - 2 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Мешалка магнитная с подогревом MSH-300 - 1 шт.; Биноклярный микроскоп Микмед-1вар. 2-20 - 1 шт.; Насос мембранный PVR Micro M71S AS - 1 шт.; Весы KERN 440-33N. 0.01г - 1 шт.; Комплект оборудования учебной биотехнологической лаборатории - 1 шт.; Холодильник лабораторный Liebherr LKv 3910 - 1 шт.; Плитка нагревательная HP-20D-Unit - 1 шт.; Бокс с вертикальным ламинарным потоком - 1 шт.; Автоклав полуавтоматический TUT-2340 МК 19л. - 1 шт.; Шкаф ГП-40-ОХ ПЗ (сушильный) - 1 шт.; Термостат TC1-20 со стеклопакетом - 1 шт.; Моноклярный микроскоп Микмед-1вар. 1 - 1 шт.; Аквадистиллятор АЭ-5 "ЛИВАМ" медицинский электрический - 1 шт.; Принтер - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 310	Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Компьютер - 10 шт.; Принтер - 3 шт.
4.	Для всех дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы. Помещение для самостоятельной работы. 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, 311	Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Принтер - 3 шт.; Компьютер - 38 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 19.04.01 Биотехнология / специализация «Фармацевтическая биотехнология» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Першина А.Г.

Программа одобрена на заседании НОЦ Н.М. Кижнера (протокол № 4 от 25.06.2020 г.).

Заведующий кафедрой-руководитель
НОЦ Н.М. Кижнера (на правах кафедры),
д.х.н, доцент

 /Краснокутская Е.А./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М. Кижнера (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	от 25.06.2020 г. № 4