

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный
исследовательский государственный
университет»
(Новосибирский государственный
университет, НГУ)

П Р И К А З

16 ИЮЛ 2024 № 2247-3

[Об утверждении программы повышения квалификации
«Геномное редактирование и другие технологии управления
свойствами биологических объектов»]

В целях реализации программы развития Передовой инженерной школы НГУ

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить программу повышения квалификации «Геномное редактирование и другие технологии управления свойствами биологических объектов» общей трудоемкостью 72 академических часа согласно Приложению № 1.
2. Ответственность за реализацию программы возложить на директора ПИШ С.В. Головина.
3. Отделу ТДиК довести до проректора по учебной работе НГУ, ПИШ (Соповой Е.В., Кашеутовой Е.С.).

Проректор по учебной работе



С.Г. Саблина

Директор ПИШ



С.В. Головин

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»

ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

С.Г. Саблина

2024 г.

ПРОГРАММА

повышения квалификации

**«ГЕНОМНОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ И ДРУГИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ
СВОЙСТВАМИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ»**

Общая трудоемкость программы: 72 академических часа

Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Образовательные технологии: лекции, практическая работа, самостоятельная работа слушателя

Новосибирск, 2024

Руководитель образовательной программы:

Ведущий специалист, к.б.н.
С.Е. Седых



Разработал(и):

В.И. Соловьев



Согласовано:

Директор ПИШ,
д. ф.-м. н. С.В. Головин



Заместитель директора ПИШ
В.Н. Крюков



Проверил(а):

Директор ИППК НГУ,
к.э.н. М.В. Шашкова



Программа рассмотрена и одобрена решением учебно-методической комиссии по утверждению дополнительных профессиональных образовательных программ, протокол заседания учебно-методической комиссии по утверждению дополнительных профессиональных образовательных программ.

Содержание

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ.....	4
1.1. Нормативно-правовые основания разработки программы.....	4
1.2. Используемые сокращения.....	4
1.3. Цель и задачи программы.....	4
1.4. Категория слушателей.....	4
1.5. Планируемые результаты обучения.....	5
2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН.....	6
3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК.....	7
4. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ.....	8
5. ПРАВИЛА АТТЕСТАЦИИ СЛУШАТЕЛЕЙ ПРОГРАММЫ.....	11
5.1. Промежуточная аттестация.....	11
5.2. Итоговая аттестация.....	11
5.3. Оценочные средства.....	11
6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.....	13
6.1. Материально-техническое обеспечение.....	13
6.2. Информационное обеспечение обучения.....	13
6.3. Организация образовательного процесса.....	14
6.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса.....	14
Приложение № 1. Выписка из протокола № 1 заседания учебно-методической комиссии по утверждению дополнительных профессиональных программ от 01.04.2024.....	15
Приложение № 2. Внутренняя рецензия.....	16
Приложение № 3. Внешняя рецензия.....	17

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Нормативно-правовые основания разработки программы

Нормативную правовую основу разработки программы составляют:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов»;
- Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Профессиональный стандарт "Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ" (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 июля 2020 г. № 441н.);
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС) (утв. Постановлением Минтруда РФ от 21.08.1998 N 37);
- Положение о порядке применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в Новосибирском государственном университете, утвержденное Приказом Ректора НГУ № 3081-3 от 16.12.2015;
- Программа развития Передовой инженерной школы Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» на 2022 - 2030 годы.

1.2. Цель и задачи программы

Целью программы является совершенствование компетенции, необходимой для профессиональной деятельности слушателя в области применения методов геномного редактирования и других технологий управления свойствами живых объектов (методами молекулярной биологии, микробиологии и биоинформатики), и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации слушателя в соответствии с Профессиональным стандартом «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ».

Программа соответствует целям развития Передовой инженерной школы НГУ в части развития деятельности по сотрудничеству с технологическими центрами компаний, ВУЗами и научно-исследовательскими институтами, а также формирования у выбранной категории слушателей компетенций проводить лабораторные, практические занятия по молекулярной биологии, микробиологии, биоинформатике.

Для достижения поставленной цели выделяются следующие задачи:

- 1) изучить теоретические аспекты методов молекулярной биологии, клеточной биологии и микробиологии, биоинформатики;
- 2) сформировать практические умения и навыки в области молекулярной биологии (ПЦР, электрофорез, выделение ДНК, белков, клонирование, очистка), клеточной биологии и микробиологии (работа с микроорганизмами, работа с селективными культурами) и биоинформатики (выравнивание, поиск в базах данных).

1.3. Категория слушателей

Слушателями программы являются преподаватели биологических и химических дисциплин в высших и средних образовательных учреждениях, педагоги учреждений дополнительного образования, сотрудники региональных центров по модели ОЦ «Сириус», Кванториумов, сотрудники региональных систем подготовки к олимпиадам, ответственные за организацию практического обучения школьников и студентов в области геномного редактирования и других технологий управления свойствами живых объектов (молекулярной биологии, микробиологии,

биоинформатики), а также иные лица, имеющие высшее и/или среднее профессиональное образование в области химических наук или наук о жизни.

1.4. Планируемые результаты обучения

Описание перечня профессиональных компетенций, освоение и/или совершенствование которых осуществляется в результате обучения:

Трудовая функция	Профессиональные компетенции	Знания	Умения
Управление действующими биотехнологическими процессами и производством ¹	ПК-1. Способность применять методы молекулярной биологии и генной инженерии	- Знать, как выделяются, очищаются и фракционируются нуклеиновые кислоты - Знать, как происходит электрофорез нуклеиновых кислот - Знать, как клонируется ДНК и трансформируются компетентные клетки - Знать, как происходит ПЦР и разрабатываются праймеры - Знать современные методы секвенирования, в т.ч. по Сэнгеру - Знать, как выделяются и фракционируются белки - Знать такие методы как гель-электрофорез, изофокусирование, масс-спектрометрия - Знать теоретические основы гель-фильтрации и хроматографии	- Уметь выделять плазмидную ДНК из культуры штамма поддержки на колонках - Уметь определять концентрацию ДНК на спектрофлуориметре - Уметь трансформировать компетентные клетки - Уметь отбирать колонии при помощи ПЦР - Уметь нарабатывать рекомбинантный белок в клетках - Уметь проводить хроматографическую очистку и электрофоретический анализ
	ПК-2. Способность применять методы микробиологии и молекулярной биологии	- Знать методы работы с микроорганизмами - Знать, как получают чистые и селективные культуры - Знать основы микробиологии в промышленности и сельском хозяйстве - Знать, что такое фитопатогены, симбиотические бактерии, азотфиксаторы, штаммы сверхпродуценты - Знать, как произвести оценку разнообразия и коррекцию микробиоты	- Уметь работать с колониями бактерий с целью получения чистых культур - Уметь осуществлять микроскопический анализ колоний почвенных микроорганизмов - Уметь проводить ПЦР-анализ генов, стимулирующих рост растений - Уметь провести количественную ПЦР для анализа консорциумов почвенных бактерий
	ПК-3. Способность пользоваться программами биоинформатики	- Знать, как работать с данными секвенирования по Сэнгеру - Знать, как выравнивать последовательности секвенирования - Знать, что такое базы данных NCBI - Знать инструменты работы с последовательностями нуклеиновых кислот - Знать, как выравнивать и искать последовательности в BLAST - Знать содержание филогенетического дерева и виды этих деревьев - Знать методы построения этих деревьев	- Уметь выравнивать последовательности в UGENE - Уметь осуществлять поиск в BLAST - Уметь строить филогенетические деревья в MEGA

¹ Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ» (Т.Ф. 3.2, уровень квалификации - 6)

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

2.1. Учебный план для очной, заочной и очно-заочной форм обучения

Компоненты образовательной программы	Общая трудоемкость, а.ч	Учебные занятия, а.ч						СРС, а.ч		Аттестация, а.ч		Форма аттестации	Код компетенции
		всего	в том числе				всего	с применением ЭО и ДОТ	промежуточная	итоговая			
			лекции	практические	с применением ЭО и ДОТ								
					всего	лекции					практические		
Модуль 1. Методы молекулярной биологии и геной инженерии	24	12	6	6			10		2		практическое задание	ПК-1	
Модуль 2. Методы микробиологии и молекулярной биологии	24	12	6	6			10		2		практическое задание	ПК-2	
Модуль 3. Введение в биоинформатику	22	12	6	6			8		2		практическое задание	ПК-3	
Итоговая аттестация	2												
ИТОГО	72	36	18	18			28		6	2	зачет	ПК-1, ПК-2, ПК-3	

2.2. Учебный план для очной, заочной и очно-заочной форм обучения с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Компоненты образовательной программы	Общая трудоемкость, а.ч	Учебные занятия, а.ч						СРС, а.ч		Аттестация, а.ч		Форма аттестации	Код компетенции
		всего	в том числе				всего	с применением ЭО и ДОТ	промежуточная	итоговая			
			лекции	практические	с применением ЭО и ДОТ								
					всего	лекции					практические		
Модуль 1. Методы молекулярной биологии и геномной инженерии	24	12				6	6	10	10	2		практическое задание	ПК-1
Модуль 2. Методы микробиологии и молекулярной биологии	22	12				6	6	10	10	2		практическое задание	ПК-2
Модуль 3. Введение в биоинформатику	22	12				6	6	8	8	2		практическая задача	ПК-3
Итоговая аттестация	2									2		зачет	ПК-1, ПК-2, ПК-3
ИТОГО	72	36				18	18	28	28	6	2		

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Компоненты образовательной программы	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день
Модуль 1. Методы молекулярной биологии и геномной инженерии	УЗ (УЗ ДОТ), СРС (СРС ДОТ)	УЗ (УЗ ДОТ), ПА					ИА
Модуль 2. Методы микробиологии и молекулярной биологии			УЗ (УЗ ДОТ), СРС (СРС ДОТ)	ПА			
Модуль 3. Введение в биоинформатику				УЗ (УЗ ДОТ), СРС (СРС ДОТ)	УЗ (УЗ ДОТ), ПА	СРС (СРС ДОТ)	

Используемые сокращения:

УЗ – учебные занятия (контактные занятия, в том числе лекции, консультации, практические/ лабораторные занятия и т.д.);

УЗ ДОТ – учебные занятия с применением дистанционных образовательных технологий;

СРС – самостоятельная работа слушателя;

СРС ДОТ – самостоятельная работа слушателя с применением дистанционных образовательных технологий;

ПА – промежуточная аттестация;

ИА – итоговая аттестация.

4. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

В настоящем разделе закрепляются рабочие программы модулей, которые слушатели осваивают в рамках теоретической и практической подготовки.

Наименование модулей и тем программы	Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем, а.ч
1	2	3
Модуль 1. Методы молекулярной биологии и генной инженерии		
Тема 1.1. Очистка и фракционирование ДНК	Содержание Выделение, очистка, фракционирование нуклеиновых кислот. Электрофорез нуклеиновых кислот. Эндонуклеазы рестрикции. ПДРФ. Клонирование ДНК. Трансформация компетентных клеток	2
	Практическая работа Выделение плазмидной ДНК из культуры штамма поддержки на колонках. Определение концентрации ДНК на спектрофлуориметре Qubit. Трансформация химически компетентных клеток <i>E. coli</i> (штамм для экспрессии)	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	4
Тема 1.2. Полимеразная цепная реакция и секвенирование	Содержание Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Разработка праймеров. Количественная ПЦР. Секвенирование по Сэнгеру. Краткий обзор современных методов секвенирования (NGS)	2
	Практическая работа Отбор колоний, содержащих вставку при помощи ПЦР с колоний. Нарботка рекомбинантного белка в клетках <i>E. coli</i> (ночная культура, индукция IPTG)	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	4
Тема 1.3. Методы работы с белками	Содержание Выделение и фракционирование белков. Гель-электрофорез. Изофокусирование. Масс-спектрометрия. Теоретические основы гель-фильтрации и хроматографии	2
	Практическая работа Хроматографическая очистка GFP, электрофоретический анализ	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	2
Промежуточная аттестация		2
Итого по модулю		24

Модуль 2. Методы микробиологии и молекулярной биологии		
Тема 2.1. Микробиологические методы	Содержание Введение в микробиологию. Методы работы с микроорганизмами. Селективные культуры. Получение чистых культур. Антибиотики	2
	Практическая работа Работа с колониями бактерий: пересев истончающим штрихом, другие способы получения чистых культур. Микроскопический анализ колоний почвенных микроорганизмов; разные варианты окрашивания	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	4
Тема 2.2. Прикладная микробиология	Содержание Микробиология в промышленности и сельском хозяйстве. Фитопатогены и симбиотические бактерии. Азотофиксаторы. Бактериальные удобрения. Штаммы сверхпродуценты	2
	Практическая работа ПЦР-анализ генов, стимулирующих рост растений (нитрогеназа, гены метаболизма фосфора, сидерофоров)	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	4
Тема 2.3. Микробные сообщества	Содержание Микробиота, оценка разнообразия микробиоты. Взаимодействие микроорганизмов. Коррекция микробиоты	2
	Практическая работа Количественная ПЦР для анализа консорциумов почвенных (и других) бактерий	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	2
Промежуточная аттестация		2
Итого по модулю		24
Модуль 3. Введение в биоинформатику		
Тема 3.1. Выравнивание последовательностей	Содержание Работа с данными секвенирования по Сэнгеру. Выравнивание последовательностей	2
	Практическая работа Выравнивание последовательностей в UGENE	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	2
Тема 3.2. работа с базами данных NCBI	Содержание Обзор баз данных NCBI. Инструменты работы с последовательностями нуклеиновых кислот и Выравнивание и поиск последовательностей в BLAST	2

	Практическая работа Поиск в BLAST	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	4
Тема 3.3. Методы филогенетики	Содержание Филогенетическое дерево: узлы, ветви, листья, корень. Укорененные и неукорененные деревья. Гипотеза молекулярных часов и нейтральная эволюция. Маркеры для филогенетики. Методы построения деревьев	2
	Практическая работа Построение филогенетических деревьев в MEGA	2
	Самостоятельная работа Подготовка к практической работе. Оформление отчета о практической работе	2
	Промежуточная аттестация	2
Итого по модулю		22
Итоговая аттестация		2
Итого		72

5. ПРАВИЛА АТТЕСТАЦИИ СЛУШАТЕЛЕЙ ПРОГРАММЫ

5.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация предусмотрена настоящей программой для проверки результатов освоения слушателем модулей программы. По итогам освоения слушателем определённых учебным планом модулей проводится промежуточная аттестация в форме практического задания.

Для успешного прохождения промежуточной аттестации слушатель должен получить по итогам выполнения практического задания не ниже оценки «Удовлетворительно».

№	Критерии оценивания	Оценки
1	<u>Практическое задание</u> Задание выполнено полностью, слушатель ответил на дополнительные вопросы, связанные с выполнением задания	<i>Отлично</i>
2	<u>Практическое задание</u> Задание выполнено полностью, слушатель не ответил на дополнительные вопросы, связанные с выполнением задания	<i>Хорошо</i>
3	<u>Практическое задание</u> Задание выполнено не полностью, слушатель частично не ответил на дополнительные вопросы, связанные с выполнением задания	<i>Удовлетворительно</i>
4	<u>Практическое задание</u> Задание выполнено не полностью, слушатель не ответил на дополнительные вопросы, связанные с выполнением задания	<i>Неудовлетворительно</i>

5.2. Итоговая аттестация

Для допуска к итоговой аттестации слушатель должен пройти все промежуточные аттестации, получив по итогам каждой из них оценку «Отлично» или «Хорошо», или «Удовлетворительно». Итоговая аттестация проводится итоговой аттестационной комиссией в форме зачета.

№	Критерии оценивания	Оценки
1.	<u>Зачет</u> Слушателем успешно пройдено не менее 100% всех промежуточных аттестаций, слушатель ответил на дополнительные вопросы	<i>Зачтено</i>
2.	<u>Зачет</u> Слушателем успешно пройдено менее 100% всех промежуточных аттестаций, слушатель не ответил на дополнительные вопросы	<i>Не зачтено</i>

5.3. Оценочные средства

Примеры практических заданий:

1. Выделение плазмидной ДНК из культуры штамма поддержки на колонках.
2. Отбор колоний, содержащих вставку при помощи ПЦР с колоний.
3. Хроматографическая очистка GFP, электрофоретический анализ.
4. Работа с колониями бактерий: пересев истончающим штрихом, другие способы получения чистых культур.

Примеры дополнительных вопросов для промежуточной аттестации:

1. Каким образом можно фракционировать ДНК по молекулярной массе?
2. Как изменяется температура при проведении ПЦР?
3. На что нужно обращать внимание при разработке праймеров?
4. Как производится селекция бактерий с встройкой после трансформации?
5. Опишите последовательность шагов для получения белка в *E. coli*.
6. Как интерпретировать результаты количественного ПЦР?

Примеры вопросов для итоговой аттестации:

1. Как построить филогенетические деревья в MEGA?
2. Как провести ПЦР-анализ генов, стимулирующих рост растений?
3. Расскажите процесс пересевов источающим штрихом?
4. Дайте краткий обзор современных методов секвенирования (NGS)?

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

6.1. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы необходимо наличие:

- 1) учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;
- 2) помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет".

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по программе для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

6.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень программного обеспечения:

- Windows 10 Education;
- Mozilla Firefox;
- Google Chrome;
- Edge;
- Яндекс.Браузер;
- Internet Explorer;
- Office Professional Plus 2016;
- UGENE;
- MEGA v.10.

Информационные справочные системы:

- NCBI;
- google.scholar.

Перечень учебной литературы:

1. Дымшиц Г. М. Основные начала молекулярной биологии: 25 иллюстрированных лекций. Новосибирск: Издательско-полиграфический центр НГУ, 2018. — 179 с. — <https://e-lib.nsu.ru/reader/bookView.html?params=UmVzb3VyY2UtNjY2NA/cGFnZTAwMDA> – свободный доступ

2. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия: Учеб. -справ. пособие. — 2-е изд., испр. и доп. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. — 496 с https://vk.com/doc28047_458861513 - свободный доступ

3. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика: учебное пособие. Изд. 4-е, стереотип. 3-му. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. — 480 с. https://vk.com/wall-120203091_4930 – свободный доступ

4. Ребриков Д.В., Коростин Д.О. NGS: высокопроизводительное секвенирование 5-е изд. — Лаборатория знаний, 2023. 232 с.

1. 5. Современная микробиология. Прокариоты: В 2-х томах. Под ред. Й. Лангелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. М: Мир, 2021.

6.3. Организация образовательного процесса

Объём освоения программы составляет не менее 72 академических часов с даты зачисления слушателя согласно установленной программой режима занятий, установленного образовательной организацией расписания занятий, календарного учебного графика или в рамках индивидуального графика обучения слушателя, определяющего диапазон учебной нагрузки в день по соглашению участников образовательного процесса.

Программа реализуется в очной или заочной, или смешанной (очно-заочной) форме обучения, с возможностью применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий согласно календарному учебному графику, рассчитанному исходя из норм учебной нагрузки в день. Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием системы дистанционного обучения ЭИОС «СДО ПИШ НГУ». Местом реализации программы является Новосибирский государственный университет.

Образовательный процесс в образовательной организации может осуществляться в течение всего календарного года. Продолжительность учебного года определяется образовательной организацией.

Продолжительность учебной недели - 6 учебных дней (с понедельника по субботу включительно) в соответствии с расписанием занятий на неделю.

Продолжительность учебного дня при теоретической и практической подготовке - 8 академических часов.

Для всех видов аудиторных занятий 1 академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

По окончании курса предусмотрена итоговая аттестация.

6.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Требования к квалификации преподавателя: высшее образование, опыт преподавания по основным и/или дополнительным образовательным программам.

Преподаватель должен свободно владеть содержанием курса в объеме всех предложенных материалов и списка используемой учебной литературы.