

Белорусский государственный университет

  
**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям  
\_\_\_\_\_ О.И. Чуприс  
« 31 » мая 2018 г.

Регистрационный № УД - 5131 /уч.

### Спецпрактикум

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:  
1-31 80 01 Биология**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 01-2012 и учебного плана УВО № G 31-235/уч. 2017 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Лагодич Алексей Викторович, доцент кафедры генетики, кандидат биологических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой генетики Белорусского государственного университета (протокол № 16 от 24 апреля 2018 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 26 апреля 2018 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Спецпрактикум» составлена с учетом требований следующих нормативных и методических документов:

Образовательный стандарт Республики Беларусь «Высшее образование. Вторая ступень (магистратура). Специальность 1-31 80 01 «Биология», утвержден постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 24.08.2012 г. № 108, а также с учетом изменений и дополнений, утвержденных постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 27.12.2017 г. № 163;

Учебный план по специальности 1-31 80 01 «Биология», утвержденный ректором 26.05.2017 г. (регистрационный № G 31-235/уч.).

### **Цель и задачи учебной дисциплины**

**Цель учебной дисциплины** – сформировать у студентов практические навыки проведения молекулярно-биологических исследований.

В рамках поставленной цели **задачи учебной дисциплины** состоят в следующем:

**1** Освоение основных принципов и методов работы, необходимых для проведения молекулярно-генетических исследований (правила работы с лабораторным оборудованием и компьютерным обеспечением, методы работы с ДНК, возможности метода полимеразной цепной реакции);

**2** Ознакомление с существующими методическими приемами и подходами, используемыми при работе с базами данных биологической направленности;

**3** Освоение умения прогнозирования основных физико-химических и биологических свойств анализируемых нуклеотидных последовательностей детерминированных ими продуктов, а также предсказание их потенциальных функций.

### **Место учебной дисциплины** в системе подготовки магистра.

Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специальной подготовки, входит в компонент учреждения высшего образования и предназначена для магистрантов кафедры генетики.

Изучение учебной дисциплины «Спецпрактикум» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Генетика», «Молекулярная генетика», «Геномика» и др.

Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Генетика», «Молекулярная генетика», «Функциональная геномика».

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- задачи и возможности клеточной и генетической инженерии;

- клеточные, хромосомные, генные и молекулярные механизмы наследственности;

- химические основы наследственной информации, включая химическое строение и свойства нуклеиновых кислот, основные пути и механизмы реализации генетической информации.

**уметь:**

- проводить и анализировать генетический эксперимент;

- связывать данные генетики с достижениями в области биохимии нуклеиновых кислот, молекулярной биологии;

- использовать достижения генетики в биотехнологии, а также применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности;

- использовать комплексный подход, основанный на достижениях генетики, эволюции и биоинформатики, в изучении генетических детерминант и контролируемых ими признаков;

- использовать достижения геномики в решении задач селекции, медицины, экологии и биотехнологии, а также применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности.

**владеть:**

- навыками использования различных программных пакетов для решения задач молекулярно-генетических исследований;

- различными молекулярно-генетическими методами исследования.

**Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Спецпрактикум» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

**академические** компетенции:

АК-1. Иметь способность к самостоятельной научно-исследовательской деятельности (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.), готовность генерировать и использовать новые идеи.

АК-2. Применять методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-производственной, производственной, научно-педагогической, управленческой и инновационной деятельности.

АК-3. Использовать междисциплинарный подход при решении проблем, совершенствовать навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-4. Самостоятельно изучать новые методы исследований, приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, повышать свою квалификацию в течение всей жизни, обеспечивать личностное и профессиональное саморазвитие.

**социально-личностные** компетенции:

СЛК-4. Анализировать и принимать решения по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности.

СЛК-6. Проявлять инициативу и креативность, в том числе в нестандартных ситуациях.

**профессиональные** компетенции:

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования (осуществлять постановку научной проблемы, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, оценивать их достоверность и осуществлять статистическую обработку, формулировать из полученных результатов корректные выводы).

ПК-2. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научных, научно-технических и других информационных источниках, составлять аналитические обзоры;

ПК-3. Организовывать работу по подготовке научных статей, сообщений, рефератов и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-11. Выполнять работы на современном производственном и лабораторном оборудовании, используя техническую документацию.

### **Структура учебной дисциплины**

Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как разделы, в соответствии с которыми разрабатываются и реализуются соответствующие лабораторные занятия.

Всего на изучение учебной дисциплины «Спецпрактикум» отведено 280 часов, в том числе 100 аудиторных часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лабораторные занятия – 100 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – зачет.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Раздел 1. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА**

#### **1.1 Этапы проведения молекулярно-генетических исследований.**

Правила работы с лабораторным оборудованием (центрифуги, качалки, электрофорезные аппараты, прибор для анализа гелей, спектрофотометр, прибор для ПЦР, секвенатор). Освоение режимов настройки оборудования (прибор для анализа гелей, прибор для ПЦР-анализа). Знакомство с компьютерным обеспечением. Принцип работы с компьютерными программами LaserGene, SQ, APE, ImageQuante. Возможности информационных ресурсов сайтов <http://www.molbiol.ru>, <http://www.thermoscientificbio.com>, портала [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov), базы данных BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

**1.2 Принципы работы с молекулами ДНК.** Методы выделения ДНК (щелочной, саркозиловый, фенольный, метод кипячения). Электрофоретический анализ. Подготовка проб ДНК для электрофореза. Компьютерное обеспечение для анализа электрофореграмм (программа Total

lab). Подходы, позволяющие улучшить качество изображения электрофореграмм. Определение концентраций препаратов ДНК путем анализа электрофореграмм, спектрофотометрического анализа. Работа с программой Total lab. Рестрикционный анализ. Принципы работы с ферментами рестрикции (типы рестриктаз, буферные системы, использование рестриктаз для внесения изменений в последовательности ДНК, построение рестрикционных карт). Клонирования фрагментов ДНК. Принципы клонирования фрагментов ДНК с целью дальнейшего секвенирования. Характеристика основных векторов для клонирования чужеродных молекул ДНК. Выполнение контрольных задач.

### **1.3 Принципы и возможности метода полимеразной цепной реакции.**

Принципы проведения ПЦР. Температурные режимы ПЦР, составление программ для ПЦР. Принципы конструирования праймеров. Введение сайтов рестрикции в состав последовательности праймера. Направленный мутагенез. Принципы получения точечных изменений. Внесение делеций и инсерций. Суть перекрывающейся ПЦР для получения изменений в последовательностях ДНК. Эксперименты по амплификации заданных последовательностей ДНК с целью изучения их организации. Рестрикционный анализ продуктов амплификации. Выполнения контрольных задач.

### **1.4 Метод секвенирования нуклеотидных последовательностей.**

Принципы анализа секвенированных последовательностей ДНК. Освоение программ LaserGene, SQ, APE. Построение контигов. Обнаружение открытых рамок считывания. Принципы поиска функциональных единиц (старт, стоп кодоны, RBS-сайты). Использование программы DnaStar, портала [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov), базы данных BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Использование программы DnaStar, портала [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov), базы данных BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Выполнение контрольных задач.

## **РАЗДЕЛ 2. СТРУКТУРНАЯ ГЕНОМИКА**

### **2.1 Секвенирование полных геномов и анализ структуры генома.**

Методы микро- и макросеквенирования, особенности и принципы их использования. Компьютерные программы используемые для анализа секвенированных последовательностей.

**2.2 Основные структурные и функциональные элементы носителей генетического материала.** Структура нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Компактизация молекул ДНК. Хроматин. Полиморфизм двойной спирали ДНК. Общий план строения и виды РНК. Общая характеристика процесса репликации. Эпигенетические факторы подавления и активации транскрипции. Созревание РНК: процессинг и сплайсинг. Регуляторные последовательности в ДНК у эукариот (тата-боксы, энхансеры, сайленсоры, адапторные элементы). Альтернативный сплайсинг, редактирование ДНК.

Структура гена. Основные отличия структурной организации генетического материала про- и эукариот.

**2.3 Молекулярные базы данных и аннотирование геномных последовательностей.** Оглавление базы данных и терминология поисковых систем. Использование логических комбинаций и индексных терминов. Работа с контролируемыми словарями. Типы баз данных (последовательностей нуклеиновых кислот, последовательностей генов, аминокислотных последовательностей белков, структуры белков и нуклеиновых кислот, кристаллические структуры малых молекул, функции белков, данные по экспрессии генов и др.). Примеры работы с базами данных.

### **III. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГЕНОМИКА И БИОИНФОРМАТИКА**

**3.1 Организация генома и эволюция.** Геномика вирусов и фагов, характеристика вирусных геномов, вирусоподобные инфекционные агенты (сателлиты, вириды, прионы). Структурная геномика прокариот, характеристика геномов. Молекулярно-филогенетическая систематика и классическая мегасистематика высших таксонов. Домен архибактерий, эубактерий и эукариот. Скорость молекулярной эволюции. Концепция молекулярных эволюционных часов, основные положения. Правила молекулярной эволюции. Горизонтальный перенос генов как информационный фактор эволюции. Типы горизонтального переноса. Понятие мобильных генетических элементов. Информационное давление и информационный фактор эволюции. Роль горизонтального переноса генов в видообразовании (основные пути переноса).

**3.2 Архивы и извлечение информации. Биоинформатика.** Биоинформатика как раздел теории информации о создании банков данных, разработке удобного компьютерного интерфейса, а также программно-математических методов для анализа последовательностей и пространственных структур. Основные разделы биоинформатики (компьютерная геномика, метаболомика). Поиск гомологии и выравнивания генетических текстов, множественное выравнивание. Статистический анализ генетических текстов. Предсказание кодирующих участков генов и ORF. Предсказание функциональных сигналов (сайтов, районов). Анализ вторичной структуры РНК и сигналов трансляции. Анализ аминокислотных последовательностей. Предсказание структуры и функций белка (функциональных сайтов и доменов глобулярных белков).

**3.3 Выравнивание последовательностей и построение филогенетических деревьев.** Основные цели сравнения (выравнивания последовательностей). Точечные матрицы сходства. Мера сходства последовательностей. Расчет выравнивания и определение значимости. Множественное выравнивание последовательностей и структур. Программа

для поиска множественного выравнивания последовательностей по базам данных. Филогенетические деревья (методы кластеризации и кладистические методы). Проблема переменной скорости эволюции.

**3.4 Структура белка.** Основные законы термодинамики. Сворачивание белков (фолдинг), гидрофобный эффект. Стабильность и денатурация. Эволюция белковых структур. Классификация белковых структур.

**3.5 Совмещение структур и структурные выравнивания.** Базы данных. Предсказание и моделирование белковых структур (предсказание вторичной структуры, моделирование по гомологии, распознавание способа укладки, предсказание новых фолдов).

**3.6 Предсказание функции белка. Компьютерный дизайн лекарств.** Дивергенция функции: ортологи и паралоги. Открытие и разработка лекарств. Основные критерии предъявляемые к лекарственным средствам. Понятие лидерного соединения. Этапы разработки нового лекарственного препарата. Компьютерный дизайн лекарств.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>Молекулярная генетика</b>				<b>34</b>			Устные опросы, письменные отчеты по лабораторным работам
1.1	Этапы проведения молекулярно-генетических исследований				6			
1.2	Принципы работы с молекулами ДНК				8			
1.3	Принципы и возможности метода полимеразной цепной реакции				10			
1.4	Метод секвенирования нуклеотидных последовательностей				10			
<b>2</b>	<b>Структурная геномика</b>				<b>22</b>			Устные опросы, письменные отчеты по лабораторным работам
2.1	Секвенирование полных геномов и анализ структуры генома				8			
2.2	Основные структурные и функциональные элементы носителей генетического материала				6			
2.3	Молекулярные базы данных и аннотирование геномных последовательностей				8			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	<b>Функциональная геномика и биоинформатика</b>				44			Устные опросы, письменные отчеты по лабораторным работам
3.1	Организация генома и эволюция				4			
3.2	Архивы и извлечение информации. Биоинформатика				10			
3.3	Выравнивание последовательностей и построение филогенетических деревьев				8			
3.4	Структура белка				8			
3.5	Совмещение структур и структурные выравнивания				8			
3.6	Предсказание функции белка				6			

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Генная инженерия в биотехнологии (семинары) / Г.А. Журавлева и др.// учебное пособие, Эко-Вектор, 2017. – 135 с.
2. Структура и функционирование белков. Применение методов биоинформатики/ под ред. Д. Дж. Ригдена; пер. с англ. – М.: УРСС; Ленанд, 2014. — 412 с.

### Перечень дополнительной литературы

1. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. / В.В. Попов.- М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2009. – 304 с.
2. Леск А. Введение в биоинформатику. / А. Леск; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лабораторные знания, 2009. – 318 с.
3. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биология. Принципы и применение: Пер. с англ. / под ред. Н.К. Янковского. – М.: Мир. 2002. – 589 с.
4. Решение задач биоинформатики при помощи веб - и интернет-сервисов Учебно-методическое пособие. /В.В. Потапов и др. – Иркутск: Иркутский гос. ун-т, 2011. – 50 с.
5. Боринская С.А. Структура прокариотических геномов./С.А. Боринская, Н.К. Янковский// Молекулярная биология.- 1999. Т. 33. №6.
6. Гельфанд М.С. Компьютерный анализ последовательности ДНК. / М.С. Гельфанд // Молекулярная биология.- 1998. Т. 32. С.-103-120.
7. Свердлов Е.Д. Микрокосм генома./ Е.Д. Свердлов // Молекулярная биология.- 1999. Т. 33. №6.
8. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия/ Р. Шмид // БИНОМ ТД, 2014. – 325с.
9. Смиряев А.В. Основы биоинформатики./ А.В. Смиряев, Л.К. Панкина // Учебное пособие. Издание 2-е исправленное - М.: ФГОУ ВПО РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. - 120 с.

### Интернет-ресурсы:

1. Проект по геному человека: [www.ornl.gov/hgmis/project/info.html](http://www.ornl.gov/hgmis/project/info.html)
2. Филогения и биологическая вариативность: [www.phylogeny.arizona.edu/tree](http://www.phylogeny.arizona.edu/tree)
3. Список банков данных: [www.ebi.ac.uk/biocat/](http://www.ebi.ac.uk/biocat/)
4. Список инструментов для анализа: [www.ebi.ac.uk/tools/index.html](http://www.ebi.ac.uk/tools/index.html), [www.uniprot.org](http://www.uniprot.org), [www.expasy.org](http://www.expasy.org), [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov).

## **Перечень рекомендуемых средств диагностики**

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- устные опросы;
- письменные отчеты по лабораторным работам;
- защита подготовленного студентом реферата.

## **Методы и технологии обучения**

1. Метод проектного обучения.
2. Методы эвристического обучения.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup>
Генетика	Генетики	Отсутствуют	Утвердить согласование протокол № 16 от 24.04.2018 г.
Молекулярная генетика	Генетики	Отсутствуют	Утвердить согласование протокол № 16 от 24.04.2018 г.
Геномика	Молекулярной биологии	Отсутствуют	Утвердить согласование протокол № 16 от 24.04.2018 г.

---

## ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 г.)  
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О.Фамилия)