



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики**



### **Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины:

**Б1.В.15 «ГЕНОМНЫЕ И ПОСТГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

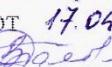
Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Специализация: «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета  
Протокол № 7 от 20.07.2024  
Председатель  А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической  
биологии, биоинженерии и биоинформатики  
Протокол № 15 от 17.04.2024  
Зав. кафедрой  В. П. Саловарова

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины.....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	7
4.3. Содержание учебного материала .....	10
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	12
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	13
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	15
4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	15
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	15
а) перечень литературы .....	15
б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	16
6.1 учебно-лабораторное оборудование .....	16
6.2. Программное обеспечение.....	17
6.3. Технические и электронные средства.....	18
VII. Образовательные технологии .....	18

## **I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель:** формирование знаний о геномных и постгеномных технологиях, формирование теоретических основ использования современных достижений в полногеномном секвенировании для решения профессиональных задач.

**Задачи:**

- получить представления геномных и постгеномных технологиях;
- изучить основные методы секвенирования и аннотирования геномов;
- изучить методы и подходы, основанные на анализе данных, полученных в результате расшифровки геномов;
- изучить особенности использования геномных и постгеномных технологий в персонифицированной медицине, сельском хозяйстве, биотехнологии и др. областях знаний;
- изучить этические проблемы использования геномных и постгеномных технологий.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.15 «Геномные и постгеномные технологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Физика», «Математика», «Общая биология», «Информатика», «Математический анализ», «Органическая химия», «Основы программирования», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая, физическая и коллоидная химия», «Биохимия», «Микробиология и вирусология», «Клеточная биология», «Молекулярная биология клетки», «Генетика», «Физиология человека и животных», «Эволюционная биология», «Физико-химические методы исследований», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическая обработка результатов исследований», «Основы физико-химической биологии», «Биофизика», «Иммунология», «Биоинформатика», «Молекулярная биология акариот», «Генная инженерия», «ПЦР – анализ», «Биотехнология», «Нанобиотехнологии», «Биоматериаловедение».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «ДНК метабаркодинг», «Инженерия вакцин и диагностикумов», «Нанобиоаналитические системы», «Омиксные технологии» «Генно-инженерные системы эукариот», «Биоинженерные технологии в медицине», «Геномный и метагеномный анализ», выполнение ВКР.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (компетенции) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», профиль «Биоинженерия и биоинформатика»:

ПК-1: Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<i>ПК-1</i> Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам	<i>ИДК ПК 1.1</i> Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности	<p><b>Знает:</b> принципы секвенирования и аннотирования полнотекстового генома, основные методы и подходы анализа генетической информации, основанные на постгеномных технологиях, области применения геномных и постгеномных технологий в медицине, сельском хозяйстве и биотехнологиях, молекулярные механизмы регуляции экспрессии генов и передачи наследственной информации, основные базы данных, содержащие информацию о геномах и транскриптомах организмов.</p> <p><b>Умеет:</b> демонстрировать знание принципов организации, реализации и передачи генетической информации; использовать полученные знания и навыки для решения профессиональных задач, в частности, при проведении научных исследований и разработок в области современной экспериментальной биологии, экологии, биомедицине и биотехнологии, осуществлять обзор и анализ современной научной литературы, составлять научные и аналитические отчеты по теме исследования.</p> <p><b>Владеет:</b> теоретическими и практическими основами молекулярно-биологических методов и подходов, навыками работы с основными генетическими базами данных, средствами анализа молекулярно-биологической информации.</p>
	<i>ИДК ПК1.2</i> Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.	<p><b>Знать:</b> теоретические основы методов анализа больших объемов молекулярно-генетических данных.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать современные методы анализа геномных и транскриптомных данных в профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> методами анализа, описания, интерпретации и визуализации больших выборок биологических данных.</p>
	<i>ИДК ПК1.3</i> Владеет навыками творческого	<p><b>Знать:</b> теоретические и методологические подходы для разработки новых технологий геномного секвенирования, а также анализа</p>

	<p>применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>большого объема биоинформационных биологических данных.</p> <p><b>Уметь:</b> творчески применять данные о геномных и постгеномных технологиях для разработки новых моделей анализа больших объемов биологических данных.</p> <p><b>Владеть:</b> владеет методами выработки рекомендаций для решения новых задач в области анализа геномов и данных, полученных на их основе.</p>
--	---	---

## IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа)**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 10 часов

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа		
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Раздел 1. Введение. Понятие о геноме. История геномики.	8	4		1	0	-	3	Тестирование	
2	Раздел 2. Основные методы секвенирования генома.	8	7		2	2	-	3	Тестирование	
3	Раздел 3. Анализ данных полногеномного секвенирования. Биоинформатика.	8	8		2	2	-	4	Тестирование	
4	Раздел 4. Основные направления	8	8		2	2	-	4	Тестирование	

	применения данных о полных геномах.								
<b>5</b>	<b>Раздел 5.</b> Применение геномных и постгеномных технологий сельском хозяйстве и биотехнологии.	8	8		2	2	-	4	Тестирование
<b>6</b>	<b>Раздел 6.</b> Геномные и постгеномные технологии в экологии, истории таксонов и криминалистике.	8	8		2	2	-	4	Тестирование
<b>7</b>	<b>Раздел 7.</b> Переход к персонифицированной медицине на основе данных о геноме пациента.	8	7		1	2	-	4	Тестирование
<b>8</b>	<b>Раздел 8.</b> Геномные технологии в сохранении и восстановлении биоразнообразия.	8	7		1	2	-	4	Тестирование
<b>9</b>	<b>Раздел 9.</b> Этические проблемы использования геномных и постгеномных технологий.	8	5		1	0	-	4	Тестирование

#### **4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8	<b>Раздел 1.</b> Введение. Понятие о геноме. История геномики.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	1-2 нед.	3	Тестирование	Раздел 5 а-б

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8	<b>Раздел 2.</b> Основные методы секвенирования генома.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	3-4 нед.	3	Тестирование	- // -
8	<b>Раздел 3.</b> Анализ данных полногеномного секвенирования. Биоинформатика.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	5-6 нед.	4	Тестирование	- // -
8	<b>Раздел 4.</b> Основные направления применения данных о полных геномах.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	7-8 нед.	4	Тестирование	- // -
8	<b>Раздел 5.</b> Применение геномных и посгеномных технологий сельском хозяйстве и биотехнологии.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	9-10 нед.	4	Тестирование	- // -
8	<b>Раздел 6.</b> Геномные и постгеномные технологии в экологии, истории таксонов и криминалистике.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	11 нед.	4	Тестирование	- // -
8	<b>Раздел 7.</b> Переход к персонифицированной медицине на основе данных о геноме пациента.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	12 нед.	4	Тестирование	- // -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8	<b>Раздел 8. Геномные технологии в сохранении и восстановлении биоразнообразия.</b>	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	13 нед.	4	Тестирование	- // -
8	<b>Раздел 9. Этические проблемы использования геномных и постгеномных технологий.</b>	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию.	14 нед.	4	Тестирование	- // -
<b>Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 34</b>						
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 10</b>						

#### **4.3. Содержание учебного материала**

##### **Раздел 1. Введение. Понятие о геноме. История геномики.**

Тема 1.1. Определение генома. Размер и структура геномов различных организмов. Геномы эукариот, прокариот и вирусов. Понятия пангеном и метагеном.

Тема 1.2. История изучения геномов. Предпосылки к расшифровке генома человека. Методология расшифровки геномов. Известные геномы и их значение для науки.

Тема 1.3. Понятие о постгеномных технологиях. Использование накопленных представлений о геномах различных организмах в медицине, сельском хозяйстве, генетической инженерии и биотехнологии.

Тема 1.4. Технологии на основе информации о геноме человека, растений, животных, бактерий и вирусов.

##### **Раздел 2. Основные методы секвенирования генома.**

Тема 2.1. Классическое секвенирование ДНК по Сэнгеру. Общие представления. Первый геном. Секвенирование ДНК по Сэнгеру как золотой стандарт.

Тема 2.2. Стандарты полногеномного секвенирования 454 (Life Sciences), Illumina/Solexa, Ion Torrent, DNBSEQ (BGI), Nanopore, SMRT секвенирование (PACBIO).

Тема 2.3. Пиросеквенирование.

Тема 2.4. Секвенирование путем синтеза цепи.

Тема 2.5. Ионное полупроводниковое секвенирование.

Тема 2.6. Секвенирование на основе наношариков ДНК.

Тема 2.7. Секвенирование путем лигирования.

Тема 2.8. Нанопоровое секвенирование. NSS – нанопоровое секвенирование синтезом.

##### **Раздел 3. Анализ данных полногеномного секвенирования. Биоинформатика.**

Тема 4.1. «Ручная» сборка малых геномов.

Тема 4.2. Полуавтоматическая сборка геномов с использованием специализированного программного обеспечения.

Тема 4.3. Сборка и аннотация больших геномов. Основные принципы, подходы, проблемы и ограничения.

##### **Раздел 4. Основные направления применения данных о полных геномах.**

Тема 4.1. Технология на основе ДНК-микрочипов (Microarray). Перспективы и ограничения технологии.

Тема 4.2. Целевое секвенирование (target sequencing). Области применения, перспективы и ограничения.

Тема 4.3. Анализ полиморфизма нуклеотида (SNP). Области применения, перспективы и ограничения.

Тема 4.4. Секвенирование геномов отдельных клеток и органелл (Single cell sequencing). Области применения, перспективы и ограничения.

##### **Раздел 5. Применение геномных и постгеномных технологий сельском хозяйстве и биотехнологии**

Тема 5.1. Оценка состояния генофондов ресурсных и редких видов растений и животных.

Тема 5.2. Структурно-функциональный анализ геномов растений и животных.

Тема 5.3. Генетическая паспортизация хозяйственно ценных пород животных и растений. Генотипирование сортов и пород.

Тема 5.4. Выявление генетических детерминант формирования практически значимых признаков растений. Разработка ДНК-маркеров хозяйственно ценных признаков. Мультиплексная ПЦР.

Тема 5.5. Редактирование геномов растений и животных. Создание трансгенных растений и животных.

Тема 5.6. Анализ геномов с целью выявления новых генов, кодирующих биологически активные вещества. Создание новых продуцентов для промышленного производства лекарственных средств и других промышленно ценных соединений.

## **Раздел 6. Геномные и постгеномные технологии в экологии, истории таксонов и криминалистике.**

Тема 6.1. Оценка генетического разнообразия биологических систем.

Тема 6.2. Использование геномных данных для изучения эволюции видов. Анализ эволюции отдельных генов и признаков.

Тема 6.3. Геномные и постгеномные технологии в криминалистике. Генетическая паспортизация человеческой популяции.

## **Раздел 7. Переход к персонифицированной медицине на основе данных о геноме пациента**

Тема 7.1. Выявление предрасположенностей к различным заболеваниям на основе анализа генома и транскриптома. Наследственные заболевания и генная терапия.

Тема 7.2. Анализ транскриптома на ДНК-чипах. Построение генетического паспорта пациента. Создание диагностических тест-систем.

Тема 7.3. Генетический анализ микробиома человека. Модификация микробиома человека.

Тема 7.4. Редактирование генома человека.

Тема 7.5. Этические проблемы персонифицированной медицины.

## **Раздел 8. Геномные технологии в сохранении и восстановлении биоразнообразия.**

Тема 8.1. Восстановление численности вымирающих видов. «Генетический менеджмент» популяций.

Тема 8.2. Синтетическая биология. Улучшение свойств организмов. Защита видов от вымирания. Решение экологических проблем.

Тема 8.3 Восстановление вымерших видов. Селекция. Обратное скрещивание. Клонирование.

Тема 8.4 Применение геномных технологий в борьбе с инвазивными видами.

## **Раздел 9. Этические проблемы использования геномных и постгеномных технологий**

Тема 9.1. Этические проблемы управления генетическим разнообразием популяций и восстановления вымерших видов.

Тема 9.2. Этические проблемы проверки эмбрионов на наследственные заболевания и предрасположенности к спорту, творчеству, науке и др.

Тема 9.3 Этические проблемы редактирования генома.

Тема 9.4 Этические проблемы создания нового генома и нового вида на его основе.

Тема 9.5. Другие этические проблемы, связанные с применением геномных и постгеномных технологий.

#### **4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ**

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 2. Основные методы секвенирования генома. Темы: №№ 2.1 – 2.6.	Методы секвенирования генома.	2		Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
2	Раздел 3. Анализ данных полногеномного секвенирования. Биоинформатика. Темы: №№ 3.1 – 3.3.	Биоинформационный анализ полногеномных данных.	2		Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
3	Раздел 4. Основные направления применения данных о полных геномах. Темы: №№ 4.1 – 4.4.	Технологии, основанные на полногеномных данных.	2		Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
4	Раздел 5. Применение геномных и постгеномных технологий в сельском хозяйстве и биотехнологии. Темы: №№ 5.1 – 5.6.	Геномные и постгеномные технологии в сельском хозяйстве и биотехнологии.	2		Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
5	Раздел 6. Геномные и постгеномные технологии в экологии, истории таксонов и	Геномные и постгеномные технологии экологии, криминалистики и	2		Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>

	криминалистике. Темы: №№ 6.1 – 6.3.	эволюции таксонов.				
6	Раздел 7. Переход к персонифицированной медицине на основе данных о геноме пациента. Темы: №№ 7.1 – 7.5.	Персонифицированная медицина на основе геномных и постгеномных технологий.	2		Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
7	Раздел 8. Геномные технологии в сохранении и восстановлении биоразнообразия. Темы: №№ 8.1 – 8.4.	Геномные технологии в сохранении и восстановлении биоразнообразия.	2		Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>

**4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)**

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Определение генома. Размер и структура геномов различных организмов. Геномы эукариот, прокариот и вирусов. Понятия пангеном и метагеном.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
2.	Понятие о постгеномных технологиях. Использование накопленных представлений о геномах различных организмах в медицине, сельском хозяйстве, генетической инженерии и биотехнологии.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
3.	Секвенирование ДНК по Сэнгеру как золотой стандарт.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
4	Стандарты полногеномного секвенирования Illumina/Solexa, Ion Torrent, BGI, Nanopore.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
5	Анализ данных полногеномного секвенирования. Биоинформатика.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>

6	Технология на основе ДНК-микрочипов (Microarray). Перспективы и ограничения технологии. Целевое секвенирование (target sequencing). Области применения, перспективы и ограничения.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
7	Анализ полиморфизма нуклеотида (SNP). Области применения, перспективы и ограничения. Секвенирование геномов отдельных клеток и органелл (Single cell sequencing). Области применения, перспективы и ограничения.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
8	Применение геномных и постгеномных технологий сельском хозяйстве и биотехнологии.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
9	Редактирование геномов растений и животных. Создание трансгенных растений и животных.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
10	Геномные и постгеномные технологии в экологии, истории таксонов и криминалистике.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
11	Переход к персонифицированной медицине на основе данных о геноме пациента.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
12	Редактирование генома человека. Этические проблемы персонифицированной медицины.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
13	Геномные технологии в сохранении и восстановлении биоразнообразия.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
14	Этические проблемы использования геномных и постгеномных технологий	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>

#### **4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Геномные и постгеномные технологии» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- изучение материала, изложенного в лекциях;
- изучение и анализ рекомендованной литературы;
- самостоятельный поиск, изучение и анализ литературы по дисциплине, не указанный в списке рекомендованной литературы;
- самостоятельное изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
- 

Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.):

- подготовка к опросу;
- подготовка к тестированию (при наличии).

#### **4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

### **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **а) перечень литературы**

1. Введение в биоинформатику : пер. с англ. / А. М. Леск ; ред.: А. А. Миронов, В. К. Швядаса. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 318 с. : ил., [2] вкл. л. цв. ил. ; 25 см. - Пер. изд. : Introduction to bioinformatics / Arthur M. Lesk. - Oxford, 2002. - ISBN 978-5-94774-501-6 (9 экз.).+
2. Стефанов В.Е. Биоинформатика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2022. - 252 с. - ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-534-00860-9+
3. Биология клетки. Физико-химические, структурно-функциональные и информационные основы [Текст] : учеб. пособие / Г. Ф. Жегунов [и др.] ; ред. Г. Ф. Жегунов. - 5-е изд., стер. - М. : Ленанд, 2018. - 542 с. - ISBN 978-5-9710-4976-0 +

#### **б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> – веб-сайт Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), который предоставляет бесплатный доступ к различным базам данных, включая базы данных, содержащие различные типы генетических данных, базы данных аннотаций публикаций биомедицинской и общебиологической направленности; содержит популярные приложения и инструменты биоинформационного анализа.

2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> – архивная генетическая база данных GenBank Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), которая содержит общедоступную аннотированную коллекцию всех нуклеотидных последовательностей закодированных в них последовательностей белков.
3. <http://www.ebi.ac.uk> – веб-сайт Европейского института биоинформатики (EMBL-EBI), который предоставляет бесплатный доступ к популярным приложениям для биоинформационного анализа нуклеотидных и белковых последовательностей, поиска данных с мощными возможностями перекрестных ссылок.
4. <https://www.ebi.ac.uk/ena> - Европейский архив нуклеотидов (ENA), архивная генетическая база данных Европейского института биоинформатики (EMBL-EBI), которая содержит исчерпывающую информацию о последовательности нуклеотидов в мире, включая данные о необработанных последовательностях, информацию о сборках и функциональные аннотации.
5. <http://ensemblgenomes.org> – Ensembl, совместный научный проект Европейского института биоинформатики и Института Сенгера, который предоставляет интегрированный доступ к базам данных, касающихся строения геномов различных организмов.
6. <http://www.ddbj.nig.ac.jp/> – Японская база данных ДНК DDBJ, которая содержит информацию о нуклеотидных последовательностях, относящихся к различным генам и организмам.
7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> – англоязычная текстовая база данных PubMed, содержащая цитаты, аннотации и ссылки на полные тексты публикаций биомедицинской и общей биологической направленности Национального центра биотехнологической информации США (NCBI).
8. <https://www.sciencedirect.com> – база данных англоязычной научной периодики ScienceDirect издательства Elsevier, предоставляет бесплатный доступ к аннотациям всех публикаций, содержащихся в базе, и к более 1,2 млн. полных текстов статей.
9. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций.
10. <https://cyberleninka.ru> – российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
11. <https://www.researchgate.net> – бесплатная социальная сеть ResearchGate для сотрудничества учёных всех научных дисциплин, включает такие сетевые приложения, как семантический поиск, совместное использование файлов, обмен публикациями, тематические форумы, методологические дискуссии и так далее.
12. <http://molbiol.ru> - нейтральная русскоязычная территория для тех, кто профессионально связан с биологией или молекулярной биологией.
13. <http://e.lanbook.com/> – ЭБС «Издательство Лань».

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Геномные и постгеномные технологии» базируется на следующих ресурсах.

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест; оборудована техническими средствами обучения: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска

аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольтметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Геномные и постгеномные технологии». *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Геномные и постгеномные технологии»: презентации в количестве 5 шт.

- Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной* (учебной) мебелью на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольтметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Геномные и постгеномные технологии».

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной* (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована *техническими средствами обучения*: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блокAthlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: *специализированной* мебелью на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T трилокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт. , Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

## 6.2. Программное обеспечение

1. DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without

Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор № 03-016-14 от 30.10.2014 г.

2. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форус Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1B08161103014721370444.
3. Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
4. Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
5. Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

### **6.3. Технические и электронные средства**

Презентации по всем темам курса.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины «Геномные и постгеномные технологии» применяются следующие образовательные технологии:

1. *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.
2. *Лекция-визуализация.* В ходе лекции студент преобразовывает устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи, слайды-презентации, к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции проводится в виде связного развернутого комментирования подготовленных наглядных пособий.
3. *Проблемная лекция.* В ходе проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема не имеет однотипного решения, готовой схемы нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. В ходе лекции происходит диалог преподавателя и студентов.
4. *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.
5. *Лекция с разбором конкретной ситуации.* В ходе лекции конкретная ситуация излагается устно или в виде краткого диафильма, видеозаписи и т. п. Студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.
6. *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.
7. *Самостоятельная работа студентов* (см. п. 4.4).
8. *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении

дисциплины «Геномные и постгеномные технологии» используются следующие технологии:

- *кейсовая технология* – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);
- *интернет-технология* – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - [educa.isu.ru](http://educa.isu.ru).

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### ***Оценочные материалы для входного контроля***

Входного контроля для данной дисциплины не предусмотрено.

### ***Оценочные материалы текущего контроля***

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета.

В рамках дисциплины «Геномные и постгеномные технологии» используются следующие формы текущего контроля:

- Тестирование.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине;
- перечень вопросов для самостоятельного изучения (СРС);
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п. III). Студенты, не выполнившие требования текущего контроля или получившие итоговую оценку текущей успеваемости «не удовлетворительно», считается имеющим текущую задолженность. Обучающиеся, имеющие задолженности, должны ликвидировать их не позднее, чем за неделю до начала промежуточной аттестации.

### **Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля**

1. Сравнительная характеристика геномов эукариот, прокариот и вирусов.
2. Принцип секвенирования ДНК по Сэнгенру в автоматическом режиме.
6. Принцип секвенирование ДНК путем синтеза цепи.
7. Принцип ионного полупроводникового секвенирования ДНК.
8. Принцип секвенирования ДНК на основе наношариков ДНК.
9. Принцип нанопорового секвенирования ДНК.
10. Основные принципы сборки геномов. «Ручная» сборка малых геномов.
11. Технология на основе ДНК-микрочипов (Microarray). Перспективы и ограничения технологии.

12. Принцип целевого секвенирования (target sequencing).
13. Принцип анализа полиморфизма нуклеотида (SNP).
14. Принцип секвенирования генома отдельной клетки (Single cell sequencing).
15. Понятие о ДНК-маркерах хозяйственно ценных признаков.
16. Мультиплексная ПЦР. Применение в биотехнологии.
17. Принципы редактирования геномов растений и животных.
18. Геномные и постгеномные технологии в криминалистике.
19. Принципы генетической паспортизации человеческой популяции.
20. Понятие о персонифицированной медицине на основе данных о геноме пациента.
21. Этические проблемы управления генетическим разнообразием популяций и восстановления вымерших видов.
22. Современное законодательство в области генных технологий.

### ***Оценочные материалы для промежуточной аттестации***

Форма промежуточной аттестации -зачет. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-1, заявленной в п. III.

К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче зачета. Зачет проводится в форме тестирования.

Оценка ответа осуществляется в соответствие со следующими критериями: полнота ответа на вопросы теста, степень владения материалом, степень владения профессиональной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины.

### ***Примерный список вопросов для подготовки к тестированию***

1. Понятие о геноме. Размер и структура геномов различных организмов. Геномы эукариот, прокариот и вирусов. Понятия пангеном и метагеном.
2. Методология расшифровки геномов. Известные геномы и их значение для науки.
3. Понятие о постгеномных технологиях. Использование накопленных представлений о геномах различных организмах в медицине, сельском хозяйстве, генетической инженерии и биотехнологии.
4. Технологии на основе информации о геноме человека, растений, животных, бактерий и вирусов.
5. Классическое секвенирование ДНК по Сэнгеру. Общие представления. Секвенирование ДНК по Сэнгеру как золотой стандарт.
6. Принцип полногеномного секвенирования Illumina/Solexa. Секвенирование путем синтеза цепи.
7. Принцип полногеномного секвенирования Ion Torrent. Ионное полупроводниковое секвенирование.
8. Принцип полногеномного секвенирования BGI. Секвенирование на основеnanoшариков ДНК.
9. Принцип полногеномного секвенирования Nanopore. Нанопоровое секвенирование.

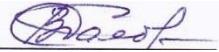
10. Основные принципы сборки геномов. «Ручная» сборка малых геномов.
11. Полуавтоматическая сборка геномов.
12. Сборка и аннотация больших геномов. Основные принципы, подходы, проблемы и ограничения.
13. Технология на основе ДНК-микрочипов (Microarray). Перспективы и ограничения технологии.
14. Целевое секвенирование (target sequencing). Области применения, перспективы и ограничения.
15. Анализ полиморфизма нуклеотида (SNP). Области применения, перспективы и ограничения.
16. Секвенирование геномов отдельных клеток и органелл (Single cell sequencing). Области применения, перспективы и ограничения.
17. Оценка состояния генофондов ресурсных и редких видов растений и животных при помощи геномных и постгеномных технологий.
18. Принципы структурно-функционального анализа геномов растений и животных.
19. Принципы генетической паспортизации хозяйственно ценных пород животных и растений. Генотипирование сортов и пород.
20. Понятие о ДНК-маркерах хозяйственно ценных признаков.
21. Мультиплексная ПЦР. Применение в биотехнологии.
22. Принципы редактирования геномов растений и животных.
23. Примеры коммерчески успешных трансгенных растений и животных.
24. Принцип выявления новых генов, кодирующих биологически активные вещества.
25. Принципы создания новых производителей для промышленного производства лекарственных средств и других промышленно ценных соединений.
26. Принципы оценки генетического разнообразия биологических систем с использованием геномных и постгеномных технологий.
27. Использование геномных данных для изучения эволюции видов. Анализ эволюции отдельных генов и признаков.
28. Геномные и постгеномные технологии в криминалистике.
29. Принципы генетической паспортизации человеческой популяции.
30. Понятие о персонифицированной медицине на основе данных о геноме пациента.
31. Выявление предрасположенностей к различным заболеваниям на основе анализа генома и транскриптома.
32. Наследственные заболевания и генная терапия.
33. Анализ транскриптома на ДНК-чипах. Построение генетического паспорта пациента. Создание диагностических тест-систем.
34. Генетический анализ микробиома человека. Модификация микробиома человека.
35. Редактирование генома человека.
36. Этические проблемы персонифицированной медицины.
37. Принципы и подходы к восстановлению численности вымирающих видов. «Генетический менеджмент» популяций.
38. Синтетическая биология. Улучшение свойств организмов. Защита видов от вымирания. Решение экологических проблем.
39. Восстановление вымерших видов. Селекция. Обратное скрещивание. Клонирование.

40. Применение геномных технологий в борьбе с инвазивными видами.
41. Этические проблемы управления генетическим разнообразием популяций и восстановления вымерших видов.
42. Этические проблемы проверки эмбрионов на наследственные заболевания и предрасположенности к спорту, творчеству, науке и др.
43. Этические проблемы редактирования генома.
44. Этические проблемы создания нового генома и нового вида на его основе.
45. Современное законодательство в области генных технологий.

**Разработчик:**  
  
доцент Павличенко В.В.  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 17.04.2024 г. протокол № 15.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Соловарова 

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**