



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
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.24 «ОМИКСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Направленность (профиль): «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета  
Протокол № 4 от 20.03.2024  
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 .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3 Содержание учебного материала .....	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	9
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	10
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	10
а) перечень литературы .....	10
б) периодические издания.....	10
в) список авторских методических разработок .....	10
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	11
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	11
6.2. Программное обеспечение .....	12
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	13
VII. Образовательные технологии .....	13
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	14

## **I. Цель и задачи дисциплины:**

- **Цель:** Суммировать знания о содержании, методах, объектах и особенностях практического использования различных Omics-технологий, направленных на интегрированную характеристику пулов биологических молекул в одном эксперименте.

### **Задачи:**

- рассмотреть современный инструментарий омикс-технологий: высокопроизводительные методы секвенирования ДНК (геномика), определения концентрации и активности белка (протеомика), метаболитов (метаболомика), регуляции экспрессии генов (эпигеномика);
- изучить возможности приложения омиксных методов к решению фундаментальных и прикладных проблем современной биологии, медицины, фармакологии и экологии;
- развить у студентов системный подход;
- рассмотреть преимущества и ограничений технологий Omics по сравнению с традиционными подходами к изучению молекулярных биологических систем.

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

2.1 Учебная дисциплина «Омиксные технологии» относится к вариативной части учебного плана подготовки специалитета по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика». Изучается на 5 курсе в 9 семестре

Актуальность курса обусловлена стремительным развитием технологий, позволяющих производить и анализировать большие объемы биологических данных. В мире происходит активное внедрение омикс-технологий в биологию и медицину: происходит настоящая революция в экспериментальной биомедицине и биотехнологии, анализе данных, фармакологии, диагностике, выборе персонального терапевтического подхода и других направлениях исследований. Осмысливание этих данных невозможно без привлечения современных технологий, эффективных методов и алгоритмов.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами специалитета: «Математика», «Органическая химия», «Биохимия и молекулярная биология», «Общая биология», «Физико-химические методы в биологии», «Основы биотехнологии», «Генетика», «Основы биоинформатики», «Геномные и постгеномные технологии».

2.3. Данная дисциплина является необходимой для прохождения преддипломной практики и подготовки к процедуре защиты и защиты дипломной работы.

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

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению по специальности 06.05.01 «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>
<p><b>ПК-1</b> : 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.</p>	<p align="center"><i>ИДК ПК 1.1</i></p> <p>Знает основные средства анализа геномной, структурной и другой биологической информации, способен использовать основные биологические базы данных для внедрения омикс-технологий в биологию и использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности</p>	<p>Знать: основные аппаратные и программные средства реализации омиксных технологий; преимущества и недостатки омикс-технологий; Уметь: осуществлять выбор наиболее оптимального омиксного метода в зависимости от поставленной задачи и интерпретировать полученные результаты; Владеть: навыками теоретического анализа данных, полученных с помощью постгеномных технологий</p>
	<p align="center"><i>ИДК ПК 1.2</i></p> <p>Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: принципы и методы геномики, транскриптомики, метаболомики, протеомики; основные области биологии и медицины, в которых применяются методы омиксных исследований; Уметь: устанавливать системные взаимосвязи между теоретическими основами омикс-технологий и практическими алгоритмами их реализации; Владеть: основными методами и средствами геномики, транскриптомики, метаболомики, протеомики;</p>
	<p align="center"><i>ИДК ПК 1.3</i></p> <p>Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: новейшие достижения в области омикс-технологий, перспективы их практического и теоретического использования; Уметь: осуществлять выбор наиболее оптимального омиксного метода в зависимости от поставленной задачи и интерпретировать полученные результаты. Владеть: навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации в рамках дисциплины.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часов.**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы (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	Тема 1. Омиксные технологии: понятие, задачи, области применения	9	10		3	3		4	Контрольные вопросы Рефераты
2	Тема 2. Геномика. Методы геномных и постгеномных технологий.	9	10		3	3		4	Контрольные вопросы Рефераты
3	Тема 3. Протеомика. Методы исследования.	9	10		3	3		4	- « -
4	Тема 4. Транскриптомика. Методы транскриптомики. Оценка экспрессии генов.	9	10		3	3		4	- « -
5	Тема 5. Метаболомика как перспективный подход в трансляционной медицине.	9	12		3	3		6	- « -

6	Тема 6. Комплексный анализ данных и multi-omics интеграция данных	9	10		3	3		4	- « -
---	---	---	----	--	---	---	--	---	-------

#### 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.)		
9	Тема 1. Омиксные технологии: понятие, задачи, области применения	Подготовка к контрольному опросу. Реферат	1-2	4	Контрольные вопросы	1, 2
9	Тема 2. Геномика. Методы геномных и постгеномных технологий.	Подготовка к контрольному опросу Реферат	3-4	4	Контрольные вопросы	1, 2
9	Тема 3. Протеомика. Методы исследования	Подготовка к контрольному опросу Реферат	5-7	4	Контрольные вопросы	1, 2
9	Тема 4. Транскриптомика. Методы транскриптомики. Оценка экспрессии генов	Подготовка к контрольному опросу Реферат	8-10	4	Контрольные вопросы	1, 2
9	Тема 5. Метаболомика как перспективный подход в трансляционной медицине.	Подготовка к контрольному опросу Реферат	11-13	6	Контрольные вопросы	1, 2
9	Тема 6. Анализ данных и multi-omics интеграция данных	Подготовка к контрольному опросу Реферат	14-15	4	Контрольные вопросы	1, 2
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 26						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 10						

## 4.3 Содержание учебного материала

### **Тема 1. Омиксные технологии: понятие, задачи, области применения.**

Омиксные технологии как целый комплекс современных технологий, включающий геномику, транскриптомику, протеомику и метаболомику. Классификация методов, использующих омиксные подходы: секвенирование нуклеиновых кислот, определение активности генов методами транскриптомики и протеомики, определение метаболической активности культуры клеток и использование данного подхода *in vivo*. Разработка персонализированного подхода в трансляционной медицине на основе омиксных технологий.

### **Тема 2. Геномика. Методы геномных и постгеномных технологий.**

Понятие и задачи геномики. Классическое секвенирование методами Сэнгера и Максама-Гилберта. Методы секвенирования нового поколения: реализуемые платформы и их применение для конкретных задач в области молекулярной биологии и трансляционной медицины. Нанопоровое секвенирование. Исследование микробных сообществ с помощью метагеномного анализа. Использование практики NGS при анализе деградированной ДНК, в том числе, для исследования древних образцов ДНК.

### **Тема 3. Протеомика. Методы исследования.**

Понятие протеомики и ее современное состояние. Области применения протеомного анализа. Базовые принципы работы с протеомом: электрофорез и хроматография. Электрофорез белков, его модификации: определение молекулярной массы белков, определение изоэлектрической точки. Использование метода двумерного электрофореза. Новые методы протеомных исследований - масс-спектрометрия: основы метода, классификация анализаторов. Применение протеомных методов для решения научных и клинических задач. Промышленная протеомика. Бактериальная протеомика. Растительная протеомика. Методы определения посттрансляционной модификации белков. Структурная протеомика. Медицинская протеомика. Поиск и валидация маркеров социально-значимых заболеваний человека. Интегральные автоматизированные протеомные платформы.

### **Тема 4. Транскриптомика. Методы транскриптомики. Оценка экспрессии генов.**

Введение в транскриптомику. Понятие экспрессии генов согласно центральной догме молекулярной биологии. Типы РНК и особенности их исследования. Метода оценки активности генов: относительная и абсолютная количественная характеристика уровня матричной РНК. Метод ПЦР в реальном времени, метод цифровой капельной ПЦР. Вестерн-блот анализ как один из этапов оценки уровня экспрессии гена. Понятие транскриптома. Методы секвенирования нового поколения для оценки активности транскрипционных единиц. Биоинформатический анализ и валидация транскриптомных данных.

### **Тема 5. Метаболомика как перспективный подход в трансляционной медицине.**

Понятие метаболомики как основного связующего звена между активностью генов и физиологическими процессами, протекающими в организме. Основные метаболиты: классификация, функции. Основные аналитические методы исследования метаболома: хроматография, масс-спектрометрия, ядерно-магнитный резонанс. Базы данных по метаболитам и метаболические реконструкции. Оценка достоверности данных о метаболитах: статистические методы анализа метаболома. Основные приложения метаболического профилирования: токсикология, фармакология, функциональная геномика. Идентификация метаболических маркеров заболеваний. Сравнительная метаболомика.

### **Тема 6. Анализ данных и multi-omics интеграция данных**

Формат файлов и стандарты геномных, транскриптомных, протеомных и метаболомных данных. Инструменты биоинформатики для анализа данных. Курирование и картирование генов. Контроль качества для интеграции данных. Анализ и визуализация. Анализ набора генов, анализ метаболических путей, сетевой анализ. Концепции протеогеномики. Интегральные автоматизированные протеомно-геномно-транскрипционные платформы.

#### 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	<b>Тема 1</b>	Теоретические основы анализа экспрессии генов, технологий секвенирования генома и метаболома.	3	3	Контрольные вопросы, реферат	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i>
2	<b>Тема 2</b>	Методы и данные секвенирования нового поколения: контроль качества, согласование и анализ	3	3	Контрольные вопросы, реферат	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
3	<b>Тема 3</b>	Анализ протеомных данных: алгоритмы поиска, частота ложных обнаружений, правила экономичности.	3	3	Контрольные вопросы, реферат	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
4	<b>Тема 4</b>	Технологии и методы анализа транскриптома и эпигенома.	3	3	Контрольные вопросы, реферат	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
5	<b>Тема 5</b>	Постановка эксперимента и анализ данных в метаболомике: определние молекулярных свойств, идентификация метаболитов, подтверждение структуры метаболитов.	3	3	Контрольные вопросы, реферат	- « -
6	<b>Тема 6</b>	Комплексный анализ и интеграция данных: multi-omics.	3	3	Контрольные вопросы, реферат	- « -

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1. Омиксные технологии: понятие, задачи, области применения	Контрольные вопросы 1-5, Рефераты 1-2	<b>ПК-1</b>	<i>ИДК ПК 1.1</i>
2.	Тема 2. Геномика. Методы геномных и постгеномных технологий.	Контрольные вопросы 6-18, Рефераты 3-6	<b>ПК-1</b>	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
3.	Тема 3. Протеомика. Методы исследования.	Контрольные вопросы 19-23, Рефераты 7-8	<b>ПК-1</b>	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>

4.	Тема 4. Транскриптомика. Методы транскриптомики. Оценка экспрессии генов	Контрольные вопросы 24-30, Рефераты 9-10	<b>ПК-1</b>	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
5.	Тема 5. Метаболомика как перспективный подход в трансляционной медицине.	Контрольные вопросы 31-35, Рефераты 11-12	<b>ПК-1</b>	- « -
6.	Тема 6. Анализ данных и multi-omics интеграция данных	Контрольные вопросы 36-38, Рефераты 13-14	<b>ПК-1</b>	- « -

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

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

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

По дисциплине «Омиксные технологии» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- Работа над конспектом лекции;
- Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- Самостоятельное изучение отдельных вопросов, углубляющих лекционный материал;
- Подготовка к контрольному опросу на практических занятиях;
- Подготовка и защита рефератов.
- Подготовка к зачету.

*Письменные работы.* Для самостоятельного изучения тем рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

#### *Темы для самостоятельной работы*

1. Стратегии выделения белков для различных биологических образцов
2. Методы нормализации для количественной протеомики
3. Фракционирование белков на основе жидкостной хроматографии.
4. Методы экстракции для метаболомики.
5. Биологическая интерпретация данных OMICS - анализ обогащения набора генов, анализ путей, сетевой анализ
6. Основы экспериментального рабочего процесса и анализа данных метаболомики.
7. Технологическая база масс-спектрометрии. Области применения масс-спектрометрии о биологии
8. Сравнительная метаболомика.
9. Идентификация метаболитических маркеров заболеваний растений, человека и животных

#### *Рекомендации по подготовке реферата*

Задача реферата – закрепить знания, полученные при изучении теоретического курса, и получить навыки самостоятельного изучения источников литературы. Реферат выполняется по предложенным в рабочей программе темам, объемом 20 - 25 страниц компьютерного набора, представляемых на бумаге формата А4.

Реферат представляется на электронном носителе и должен содержать следующие разделы: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, список использованной литературы. При подготовке реферата студенты используют учебную и специальную литературу, журнальные статьи, справочники. При защите реферата необходимо показать знание литературы по изучаемой проблеме, актуальность, указать основные разделы

научного реферата и сущность излагаемых положений, сделать вывод, с обозначением практической и научной значимости темы исследования. Своевременное и качественное выполнение реферата возможно лишь при планомерной самостоятельной работе и посещении консультаций, расписание которых согласовывается со студентами.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

*Новизна текста:* а) актуальность темы исследования; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутриспредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

*Степень раскрытия сущности вопроса:* а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

*Обоснованность выбора источников:* а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

*Соблюдение требований к оформлению:* а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объёму реферата.

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

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

### **а) перечень литературы**

1. Ершов Ю.А. Основы молекулярной диагностики. Метабономика [Текст] / Ю. А. Ершов. - М. : Гэотар Медиа, 2016. - 331 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 320. - Предм. указ.: с. 327-331. - ISBN 978-5-9704-3723-0
2. Леск А. Введение в биоинформатику : пер. с англ. / А. М. Леск ; ред.: А. А. Миронов, В. К. Швядаса. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2009. - 318 с. -ISBN 978-5-94774-501-6
3. Чемерилова В.И. Основы геномики и протеомики: технологии рекомбинантных ДНК первого поколения (генная инженерия) [Текст] : учеб. пособие / В. И. Чемерилова ; рец.: Ю. М. Константинов, Н. Л. Белькова ; Иркутский гос. ун-т, Биолог.-почв. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 238 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1217-7

### **в) периодические издания**

«Математическая биология и биоинформатика», «Биофизика», «Биотехнология», «Известия РАН. Серия биологическая», «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология»

### **г) список авторских методических разработок:**

1. Биофизика: учебно-методическое пособие / А. А. Приставка, Г. В. Юринова, З. А. Ефременко, В. Л. Михайленко, В. П. Саловарова ; [под общ. ред. В. П. Саловаровой]. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2021. – 1 электронный оптический диск
2. Физико-химические методы в биологии: теоретические и экспериментальные основы

[Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Л. Михайленко [и др.]. - Электрон. текстовые дан., 5,34 Мб. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2018 . - эл. опт. диск (CD-ROM) - ISBN 978-5-9624-1622-9

#### д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <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 12 млн научных статей и публикаций.
2. <http://www.biengi.ac.ru/analyz.htm> - Биоинформатика в Центре «Биоинженерия» РАН
3. <http://www.bioinformatix.ru/> - Биоинформатика, геномика, протеомика, биософт, имейджинг — портал по биоинформатике, имейджингу и биософту.
4. <http://www.ebi.ac.uk/> - база данных EMBL EBI (European Bioinformatics Institute).
5. <http://www.expasy.ch/> - система анализа белка ExPASy (Expert Protein Analysis System, SwissProt, TrEMBL)
6. <http://www.iscb.org/> - Международное сообщество вычислительной биологии.
7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - сайт NCBI (National Center Biotech Information)
8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/GenbankSearch.html> - база данных GenBank
9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> - библиографическая база данных PUBMED
10. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биоинформатике. Статьи в pdf-формате.
11. <http://www.rusbiotech.ru/> - Российские биотехнологии и Биоинформатика
12. molbiol.ru - российский сервер с большим количеством справочной информации по биоинформатике на русском языке.
13. <http://www.jcabi.ru/baza> - Коллекция молекулярно-биологических баз данных на сайте Института математических проблем биологии РАН
14. <http://bioinformatix.ru> - Научный портал по биоинформатике
15. <http://biocyc.org/> - Коллекция баз данных по биохимическим путям и их связи с геномами различных организмов BioCyc
16. <http://www.metabolomicscentre.ca> - The Metabolomics Innovation Centre (TMIC)
17. <http://mdl.shsmu.edu.cn/ASD/> - База данных аллостерических макромолекул и аллостерических модуляторов ASD
18. [http://www.bmrwisc.edu/metabolomics/external\\_metab\\_links.html](http://www.bmrwisc.edu/metabolomics/external_metab_links.html) - Metabolomics Resources
19. <http://molbiol-tools.ca/> - Сайт Online Analysis Tools
20. <http://www.metabolomicsworkbench.org/> - UCSD Metabolomics Workbench
21. <http://www.ebi.ac.uk/ena/data/search?query=rnaseq> - The European Nucleotide Archive (ENA)
22. <http://metabolomicssociety.org/> - Metabolomics Society
23. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
24. ЭБС «Рукоонт».. Адрес доступа <http://rucont.ru/>
25. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
26. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

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, Ноутбук Lenovo"-2 шт, 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., Вольметр 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 «Омикс-технологии». *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Омикс-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., Вольметр 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 «Омикс-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 блок Athlon 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 D870Т тринокуляр"-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:**

- 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 30.10.2014г.

- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г КЕС. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.
- Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
- Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
- Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.
- Past 4 – программный пакет для статистических расчетов (с бесплатным доступом)

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

- Презентации по всем темам курса;
- Система электронного тестирования на базе образовательного портала Educa

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины «Омиксные технологии» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция* - это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.
- *Лекция-визуализация*. Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.
- *Практическое занятие* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Практическое занятие может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе практического занятия также проверяются письменные работы студентов, проводится защита рефератов.
- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).
- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Омиксные технологии» используется *компьютерные сетевые технологии* (интернет-технологии) – 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. Для организации дистанционного обучения на основе этих технологий используется специализированное программное средство - образовательный портал ИГУ ([educa.isu.ru](http://educa.isu.ru)).

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

### *Оценочные материалы для входного контроля*

Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами)

#### *Демонстрационный вариант теста для входного контроля*

1. Пептидная связь в белках является: а) одинарной; б) двойной; в) частично одинарной и частично двойной; г) тройной
2. Какие связи образуют  $\alpha$ -спираль во вторичной структуре белка? а) Вандер-Ваальса; б) гидрофобные; в) пептидные; г) водородные
3. Из пуриновых оснований в нуклеиновых кислотах обнаружены: а) аденин; б) Тимин; в) урацил; г) цитозин
4. Специализированные концевые районы хромосомной ДНК эукариот, состоящие из многократно повторяющихся коротких нуклеотидных последовательностей, называются: а) теломеры; б) хромомеры; в) палиндромы; г) спейсерные участки
5. Нуклеотиды в молекуле ДНК связаны друг с другом: а) О-гликозидной связью; б) 3,5 – фосфодиэфирной связью; в) N – гликозидной связью; г)  $\alpha$  – 1,4 – гликозидной связью
6. На один виток двойной спирали ДНК, находящейся в В-форме, приходится следующее число пар оснований: а) 5; б) 10; в) 15; г) 20.

### *Оценочные материалы текущего контроля*

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета. В рамках дисциплины «Омиксные технологии» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
  - рефераты;
  - контроль самостоятельной работы.
- Фонд оценочных средств включает:

- перечень тем рефератов;
- контрольные вопросы;
- перечень тестовых заданий для зачета.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п.

Ш). Студенты, не выполнившие задания текущего контроля или получившие за них оценку «не удовлетворительно», до промежуточной аттестации не допускаются, пока не будут ликвидированы все задолженности.

### **Контрольные вопросы**

1. Геномные проекты и анализ геномов
2. Полиморфизм и молекулярные маркеры
3. Обратная генетика: новая научная идеология и методология.
4. Основные структурные компоненты геномов прокариот и эукариот.
5. Уровни молекулярной организации геномов
6. Геномика как наука. Цель и задачи.
7. Основы геномного полиморфизма. Гаплотипы и гаплотипирование.
8. Геномы митохондрий и хлоропластов.
9. Сателлитная ДНК, локализация, распределение, функциональная значимость
10. Мобильные элементы - IS-элементы и транспозоны
11. Вирусные ретротранспозоны и механизмы ретротранспозиции. Роль ретротранспозонов в геноме человека

12. Минимальный набор генов, фундаментальное и практическое значение.
13. Функциональная геномика. Методические подходы функциональной геномики и их применение
14. Сравнительная геномика
15. Организация некодирующей ДНК
16. Комбинаторные перестройки геномов эукариот
17. Превентивная медицина и геномный полиморфизм.
18. Фармакогеномика
19. Досимптоматическая диагностика генных болезней
20. Протеомика как часть современной системной биологии.
21. Области применения протеомного анализа
22. Современное состояние протеомики.
23. Три уровня функционирования протеома
24. Динамичность транскриптома и протеома
25. Характеристика транскриптома
26. Создание библиотеки кДНК.
27. Клонирование кДНК
28. Технология микрочипирования и гибридизации.
29. Базы данных транскриптомов
30. Скрининг геномной библиотеки с помощью гибридизационных РНК-зондов
31. Метаболиты в клетке. Метаболические реконструкции.
32. Базы данных метаболомов
33. Метаболомные исследования в медицине
34. Метаболическое профилирование
35. Метаболические пути и сети в живых организмах.
36. Базы данных геномов, мРНК и белков
37. Этика геномных исследований и проблемы генетической безопасности
38. Microarray-анализ фенотипа

*Критерии оценивания ответов на контрольные вопросы:*

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Ответ оценивается на «отлично», если студент: полно излагает изученный материал, дает правильное определенное понятие; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Ответ оценивается на «хорошо», если студент даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

«Удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений темы, но при этом: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке теорий; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если ответ не удовлетворяет требованиям положительной оценки или студент отказывается отвечать на контрольные вопросы

*Темы рефератов*

1. Взаимосвязи между молекулярной биологией, геномикой, протеомикой и метаболомикой.
2. «Омиковые» технологические платформы

3. Этногеномика. Проблема происхождения народов
4. Мутации в геномах органелл и болезни человека
5. Генодиагностика и генотерапия. Генная иммунизация
6. Генные семейства и пути образования генных семейств
7. Технологическая база протеомики.
8. Протеом и границы функционирования геномов
9. Транскриптом и методы его исследования
10. Идентификация путей модификации РНК на основе гомологии последовательностей
11. Статистические методы в метаболомике
12. Метаболические эффекты факторов окружающей среды
13. Анализ геном-транскриптом-протеом для выявления границ экспрессии генома
14. Объединение генетических и фенотипических данных (PhenomicDB).

### ***Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета***

Форма промежуточной аттестации - **зачет**. Система оценивания по стобалльной шкале в соответствии с БРС Университета. 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. Зачет проводится в форме тестирования.

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

1. Омиксные технологии – предпосылки и история развития
2. Классификация методов омикс-наук
3. Область применения омиксных технологий.
4. Понятие, цели и задачи геномики.
5. Классическое секвенирование и методы секвенирования нового поколения – сравнительный анализ
6. Нанопоровое секвенирование.
7. Метагеномный анализ
8. Методы исследования древних образцов ДНК.
9. Понятие протеомики и ее современное состояние.
10. Области применения протеомного анализа.
11. Методы работы с протеомом: электрофорез
12. Методы работы с протеомом: хроматография.
13. Методы работы с протеомом: масс-спектрометрия.
14. Промышленная протеомика.
15. Бактериальная и растительная протеомика.
16. Методы определения посттрансляционной модификации белков.
17. Структурная протеомика.
18. Медицинская протеомика.
19. Экспрессия генов и центральная догма молекулярной биологии.
20. Типы РНК и особенности их исследования.
21. Методы оценки активности генов
22. Методы ПЦР – сравнительный анализ
23. Оценка уровня экспрессии гена методом вестерн-блоттинга
24. Оценка активности транскрипционных единиц.
25. Биоинформатический анализ транскриптомных данных.
26. Метаболомика как связующее звено активности генов и фенотипом
27. Основные метаболиты: классификация, функции.
28. Аналитические методы исследования метаболома
29. Базы данных по метаболитам и метаболические реконструкции.

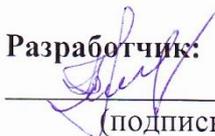
30. Метаболическое профилирование, область приложения
31. Сравнительная метаболомика.
32. Стандарты геномных, транскриптомных, протеомных и метаболомных данных.
33. Инструменты биоинформатики для анализа данных.
34. Методы анализа метаболических путей
35. Сетевой анализ данных.
36. Интегральные автоматизированные протеомно-геномно-транскрипционные платформы.

*Критерии оценки:*

Оценка «Зачтено» выставляется студенту, если на вопросы даны правильные и полные ответы, раскрывающие суть рассматриваемой проблемы, ее основных акторов, теоретические положения и пути решения; допускается: ответ правильный, но аргументации недостаточно или даны недостаточно точные ответы.

Оценка «Не зачтено» выставляется студенту, если ответ неправильный или не дан вовсе.

Разработчик:



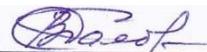
доцент Приставка А.А.

(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. Саловарова



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