

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Должность: Заместитель директора по научной работе

Дата подписания: 09.08.2025 16:53:16

Уникальный программный ключ:

7abcc100773ae7c9cseb4a7a083ff3fbbf160d2a

«Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт садоводства и ландшафтной архитектуры  
Кафедра ботаники, селекции и семеноводства садовых растений

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института зоотехнии и  
биологии

Акчурин С.В.

“30” августа 2024 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.09 Транскриптомика и протеомика

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление 06.04.01«Биология»

Направленность (программа) «Биоинформатика»

Курс: 2

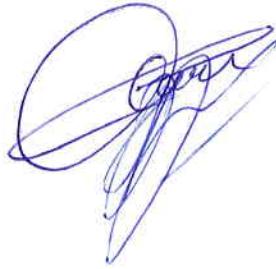
Семестр: 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчики(и): С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор  
Д.Д. Лисовая, ассистент



«28» августа 2024 г.

Рецензент: Монахос Г.Ф., к.с.-х.н., ст.н.с.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

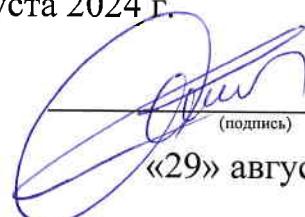
  
(подпись)

«29» августа 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлению подготовки 06.04.01 Биология и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, протокол №9.1 от «29» августа 2024 г.

Зав. кафедрой С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2024 г.

**Согласовано:**

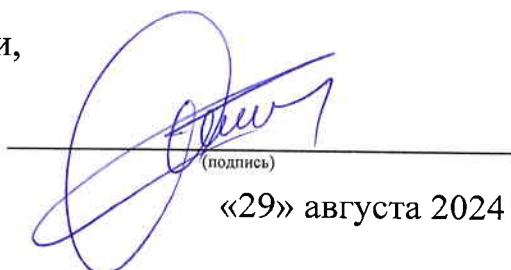
Председатель учебно-методической комиссии института  
садоводства и ландшафтной архитектуры  
Маланкина Е.Л., д.с.-х.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Протокол №7 от «29» августа

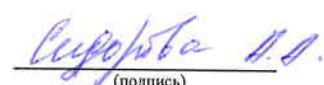
«29» августа 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой ботаники,  
селекции и семеноводства садовых растений  
С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2024 г.

Зав. Отделом комплектования ЦНБ /

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТРАНСКРИПТОМИКА И ПРОТЕОМИКА РАСТЕНИЙ», СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	5
ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>13</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	13
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>17</b>
7.1 Основная литература .....	17
7.2 Дополнительная литература.....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>17</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	<b>17</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>18</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>19</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	19
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>19</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.09 Транскриптомика и протеомика**  
для подготовки магистра по направлению 06.04.01«Биология»  
направленности «Биоинформатика»

**Цель освоения дисциплины:** приобретение знаний и навыков, необходимых для изучения генетической экспрессии и белкового профиля растений. Это позволит более глубоко понимать механизмы жизнедеятельности растений, их взаимодействие с окружающей средой, а также возможности использования полученных данных для создания устойчивых сельскохозяйственных культур и повышения урожайности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 06.04.01«Биология»

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: 2 профессиональные компетенции ПКос-3, ПКос-4 (ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3).

**Краткое содержание дисциплины:** транскриптомика и протеомика изучает механизмы, посредством которых гены регулируются и экспрессируются на уровне мРНК и белков. В ходе курса студенты изучают методы и технологии для анализа транскриптома и протеома растений, включая микрочипы гибридизации ДНК, транскриптомные анализы следующего поколения, белковую хроматографию и масс-спектрометрию. Кроме того, в курсе рассматриваются приложения транскриптомики и протеомики растений в биотехнологии, включая генетические модификации, исследования ответов на стрессовые условия, биологическую диагностику и биомаркеры.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108/3 (часы/зач. ед.)

**Промежуточный контроль:** экзамен

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цель данной дисциплины заключается в приобретении знаний и навыков, необходимых для изучения генетической экспрессии и белкового профиля растений. Она поможет в использовании биоинформационических методов для решения основных и прикладных задач, связанных с селекцией, молекулярной генетикой и биотехнологией. Также, данная дисциплина охватывает задачи, возникающие на стыке биологических наук, математики и информатики, такие как анализ сходства аминокислотных и нуклеотидных последовательностей, компьютерное моделирование и визуализация трёхмерных структур белков, анализ транскриптомных данных.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Транскриптомика и протеомика» включена в часть профессионального цикла, формируемую участниками образовательных отношений (Б1.В.09). Реализация в дисциплине «Транскриптомика и протеомика» требований ФГОС ВО, ОПОП и Учебного плана по направлению 06.04.01«Биология» для подготовки магистров направленности «Биоинформатика».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Транскриптомика и протеомика», являются «Структурная и сравнительная геномика», «Молекулярная биология», «Структурная и сравнительная геномика», «Геномика растений», «Язык R в биологических исследованиях», «Транскриптомика и протеомика растений».

Дисциплина «Транскриптомика и протеомика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Современная селекция растений», «Тенденции в развитии технологий селекции и семеноводства».

Транскриптомика и протеомика растений - это две связанные дисциплины, которые изучают процессы производства мРНК и белков в растительных клетках и тканях. Основные особенности этих дисциплин включают:

- 1) Использование современных технологий высокопроизводительной секвенирования и масс-спектрометрии для исследования геномов, транскриптомов и протеомов растений.
- 2) Анализ больших объемов данных, полученных при помощи этих технологий, с целью понимания функций генов и белков в растениях.
- 3) Исследование возможных различий между различными видами растений и даже внутри организмов одного и того же вида.
- 4) Применение полученных результатов для улучшения селекции и культивирования растений с целью повышения урожайности, устойчивости к болезням и экологической адаптации к изменению климата.

Рабочая программа дисциплины «Транскриптомика и протеомика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Транскриптомика и протеомика», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компе- тенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-3	Способен самостоятельно в качестве руководителя или члена коллектива организовывать и управлять производственной и научно-исследовательской деятельностью в избранной и смежных предметных областях	ПКос-3.1 научно-методические основы и методы биоинформатики для решения производственных и научно-исследовательских задач в области растениеводства и животноводства	основы и современные направления развития молекулярной генетики и селекции, геномики, протеомики	использовать базовые представления по структуре и функционированию геномов, основных молекулярно-генетических маркерах для решения практических задач в области молекулярной генетики и селекции, геномики, протеомики, пользоваться публичными базами данных по генетическим последовательностям и структурам биологических макромолекул	основными средствами анализа геномной, структурной и другой биологической информации, поиском данной информации в глобальной сети Интернет
			ПКос-3.2 проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинформатики и смежных дисциплин, самостоятельно использовать современные технологии для решения	базовые основы и современные направления развития биотехнологических и селекции, генной инженерии, молекулярного моделирования, а также их практическое использование	пользоваться современными инструментами и подходами при молекулярной диагностике, применять полученные знания на практике, критически анализировать полученную информацию и представлять результаты исследований	навыками анализа и способностью выбора методов и средств для решения прикладных задач селекции и биотехнологии, генной инженерии, молекулярного моделирования

			задач профессиональной деятельности			
			ПКос-3.3 современные технологии в области биоинформатики и геномики, применяемые при решении теоретических и практических задач в селекции растений и животных	основные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, информационно-справочные системы для поиска научной биологической информации	пользоваться зарубежными и отечественными информационными базами данных при составлении рефератов, обзоров, для поиска научной литературы в учебной и профессиональной деятельности	навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов Интернета применительно к биологическим объектам
2.	ПКос-4	Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПКос-4.1 специфика полевых и лабораторных работ в соответствии с избранной предметной областью, принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)	технические и программные средства реализации биоинформатических методов анализа	использовать стандартные и специализированные пакеты прикладных компьютерных программ для решения практических задач биоинформатики	методами проведения необходимых этапов статистического и сравнительного анализа, компьютерной обработки, диагностики, моделирования биологических последовательностей
			ПКос-4.2 проводить эксперименты с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)	базовые основы и современные направления развития биотехнологических и селекции, генной инженерии, молекулярного моделирования, а также их практическое использование	пользоваться современными инструментами и подходами при молекулярной диагностике, применять полученные знания на практике, критически анализировать полученную ин-	навыками анализа и способностью выбора методов и средств для решения прикладных задач селекции и биотехнологии, генной инженерии, молекулярного моделирования

			формацию и представлять результаты исследований	
		ПКос-4.3 способность оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов	основные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, информационно-справочные системы для поиска научной биологической информации	пользоваться зарубежными и отечественными информационными базами данных при составлении рефератов, обзоров, для поиска научной литературы в учебной и профессиональной деятельности

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость
	час.
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/3</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>38,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>36</b>
<i>в том числе:</i>	
лекции (Л)	12
практические занятия (ПЗ)	24
консультации перед экзаменом	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>45</b>
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	20,4
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ПКР	
<b>Раздел 1 Транскриптомика и протеомика</b>	108	12	24	2,4	45
Введение в транскриптомику и протеомику	3	1	-	-	2
Тема 1. Анализ последовательностей РНК и белков	8	2	4	-	2
Тема 2. Методы транскриптомики	10	2	4	-	4
Тема 3. Методы протеомики	10	2	4	-	4
Тема 4. Транскриптомика и протеомика в медицине	7	1	4	-	2
Тема 5. Транскриптомика и протеомика в растительной биологии	10	2	4	-	4
Тема 6. Этика и безопасность в транскриптомике и протеомике	8,4	2	4	-	2,4
Консультация перед экзаменом	2	-	-	2	-
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
Подготовка к экзамену	4	-	-	-	24,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>2,4</b>	<b>45</b>

## **Раздел 1 Транскриптомика и протеомика**

### **Введение в транскриптомику и протеомику**

Определение понятий "транскриптомика" и "протеомика". История развития транскриптомики и протеомики. Современные подходы к изучению транскриптома и протеома.

### **Тема 1. Анализ последовательностей РНК и белков**

Роль РНК в биологических процессах. RNA-Seq. Программные решения для анализа последовательности РНК. Обработка результатов анализа последовательности РНК. Роль белков в биологических процессах. Тандемная масс-спектрометрия. Программные решения для анализа последовательности белков. Обработка результатов анализа последовательности белков. Взаимосвязь последовательностей РНК и белков. Сравнение данных анализа последовательности РНК и белков. Применение сравнительного анализа при исследовании биологических процессов.

### **Тема 2. Методы транскриптомики**

Виды методов секвенирования РНК. Преимущества и недостатки каждого метода. Работа с данными: анализ качества ридов, сборка ридов, аннотация генов, определение экспрессии генов.

### **Тема 3. Методы протеомики**

Структура белков. Функции белков. Модификации белков. Обработка больших объемов данных. Сложность интерпретации данных. Проблемы стандартизации. Электрофорез. Масс-спектрометрия. Хроматография. Иммуноблоттинг. Флюоресцентная маркировка.

### **Тема 4. Транскриптомика и протеомика в медицине**

Применение протеомики: диагностика заболеваний, лекарственное проектирование, исследование белков в различных условиях.

### **Тема 5. Транскриптомика и протеомика в растительной биологии**

Анализ экспрессии генов в растениях. Применение транскриптомики для анализа регуляции экспрессии генов в условиях стресса. Использование протеомики для анализа биохимических механизмов, включенных в фотосинтез и другие процессы растительного метаболизма. Исследование белков, участвующих в стимуляции иммунной системы растений. Роль транскриптомики и протеомики в исследовании генетической диверсификации растительных видов. Изучение вариативности экспрессии генов в разных растительных видах. Оценка масштаба генетической диверсификации растений. Применение результатов исследований транскриптомики и протеомики в сельском хозяйстве.

### **Тема 6. Этика и безопасность в транскриптомике и протеомике**

Кодекс этики в научных исследованиях. Этические вопросы, связанные с использованием технологий транскриптомики и протеомики: конфиденциальность и анонимность данных, этика использования животных и человеческих образцов, этические аспекты публикации данных. Риски и угрозы безопасности в транскриптомике и протеомике: риски, связанные с использованием генетически модифицированных организмов в исследованиях, нарушение целостности данных, утечка данных и кибербезопасность.

#### 4.3 Практические занятия

Таблица 4

#### Содержание практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Раздел 1. Транскриптомика и протеомика</b>			устный опрос контрольная работа	<b>22</b>
1	Введение в транскриптомику и протеомику	Лекционное занятие №1. Введение в транскриптомику и протеомику	ПКос-3, ПКос-4		1
1	Тема 1. Анализ последовательностей РНК и белков	Лекционное занятие №2. Анализ последовательностей РНК и белков	ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическое занятие №1. Основные понятия: ДНК, РНК, ген. Геном, транскриптом, протеом. Понятие сиквенса.	ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	2
		Практическое занятие №2. Геном растения: ядерный, митохондриальный, пластом.	ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	2
2	Тема 2. Методы транскриптомики	Лекционное занятие №3. Методы транскриптомики	ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическое занятие №3. Методы транскриптомики	ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
3	Тема 3 Методы протеомики	Лекционное занятие №4. Методы протеомики	ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическое занятие №4. Методы протеомики	ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
4	Тема 4. Транскриптомика и протеомика в медицине	Лекционное занятие №5. Транскриптомика и протеомика в медицине	ПКос-3, ПКос-4		1
		Практическое занятие №5. Транскриптомика и протеомика в медицине	ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
5	Тема 5. Транскриптомика	Лекционное занятие №6. Транскриптомика и протеомика в растительной биологии	ПКос-3, ПКос-4		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических/ семинарских занятий	Формир уемые компете нции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	и про- теомика в раститель- ной биоло- гии	Практическое занятие №6 Транскриптомика и протеомика в растительной биологии	ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
6	Тема 6. Этика и без- опасность в транскрипто- мике и про- теомике	Лекционное занятие №7. Этика и безопасность в транскриптомике и протеомике	ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическое занятие №7. Этика и безопасность в тран- скриптомике и протеомике	ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
		Итоговая контрольная работа	ПКос-3, ПКос-4	контрольная работа	

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Транскриптомика и протеомика</b>		
1.	Введение в тран- скриптомику и протеомику	Определение понятий "транскриптомика" и "протеомика". История развития транскриптомики и протеомики. Современные подходы к изучению транскриптома и протеома. ПКос-3, ПКос-4
2.	Тема 1. Анализ последовательно- стей РНК и бел- ков	Основные понятия: ДНК, РНК, ген. Геном, транскриптом, протеом. Понятие сиквенса. Геном растения: ядерный, митохондриальный, пластом. Роль белков в биологических процессах. Тандемная масс- спектрометрия. Программные решения для анализа последователь- ности белков. Обработка результатов анализа последовательности белков. Взаимосвязь последовательностей РНК и белков. Сравне- ние данных анализа последовательности РНК и белков. Примене- ние сравнительного анализа при исследовании биологических про- цессов. ПКос-3, ПКос-4
3.	Тема 2. Методы транскриптомики	Виды методов секвенирования РНК. Преимущества и недостатки каждого метода. Работа с данными: анализ качества ридов, сборка ридов, аннотация генов, определение экспрессии генов. ПКос-3, ПКос-4
4.	Тема 3. Методы протеомики	Структура белков. Функции белков. Модификации белков. Обра- ботка больших объемов данных. Сложность интерпретации данных. Проблемы стандартизации. Электрофорез. Масс-спектрометрия. Хроматография. Иммуноблоттинг. Флюоресцентная маркировка. ПКос-3, ПКос-4
5.	Тема 4. Тран- скриптомика и протеомика в ме- дицине	Применение протеомики: диагностика заболеваний, лекарственное проектирование, исследование белков в различных условиях. ПКос- 3, ПКос-4
6.	Тема 5. Тран- скриптомика и	Анализ экспрессии генов в растениях. Применение транскрипто- мики для анализа регуляции экспрессии генов в условиях стресса.

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	протеомика в растительной биологии	Использование протеомики для анализа биохимических механизмов, включенных в фотосинтез и другие процессы растительного метаболизма. Исследование белков, участвующих в стимуляции иммунной системы растений. Роль транскриптомики и протеомики в исследовании генетической диверсификации растительных видов. Изучение вариативности экспрессии генов в разных растительных видах. Оценка масштаба генетической диверсификации растений. Применение результатов исследований транскриптомики и протеомики в сельском хозяйстве. ПКос-3, ПКос-4
7.	Тема 6. Этика и безопасность в транскриптомике и протеомике	Кодекс этики в научных исследованиях. Этические вопросы, связанные с использованием технологий транскриптомики и протеомики: конфиденциальность и анонимность данных, этика использования животных и человеческих образцов, этические аспекты публикации данных. Риски и угрозы безопасности в транскриптомике и протеомике: риски, связанные с использованием генетически модифицированных организмов в исследованиях. ПКос-3, ПКос-4

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Введение в транскриптомику и протеомику	ПЗ	Круглый стол
1.	Тема 2. Методы транскриптомики	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
2.	Тема 3 Методы протеомики	ПЗ	Круглый стол
3.	Тема 4. Транскриптомика и протеомика в медицине	ПЗ	Проблемная лекция
4.	Тема 5. Транскриптомика и протеомика в растительной биологии	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

**Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)**

**Устный опрос**

1. Генетические макромолекулы: ДНК, РНК и белки: структура, функции, компьютерное представление.
2. Организация геномов про- и эукариот.
3. Системная биология: от молекул к молекулярным ансамблям и функциональным сетям. Метаболические сети. Экспрессия генов, генные сети.
4. Роль РНК в биологических процессах.
5. Методы онтологического моделирования.
6. Роль белков в биологических процессах.
7. Виды методов секвенирования РНК.
8. Компьютерная протеомика: молекулярный дизайн, моделирование и анализ эволюции белков;
9. Алгоритмы анализа структур белковых макромолекул и предсказания их функций.
10. Сравнение пространственных структур белков.
11. Предсказание и моделирование пространственных структур белков.
12. PDB. Структура записи PDB.
13. Предсказание и представление вторичной структуры РНК.
14. Фолдинг и его распознавание
15. Семейство программ, служащих для поиска гомологов белков и нуклеиновых кислот по имеющейся первичной последовательности.
16. Электрофорез.
17. Масс-спектрометрия.
18. Хроматография.
19. Иммуноблоттинг.
20. Флюоресцентная маркировка

### **Контрольная работа №1** **Вариант 1**

1. Структура белков.
2. Электрофорез.
3. Методы анализа транскриптома.
4. Анализ экспрессии генов в растениях.

### **Вариант 2**

7. Функции белков.
8. Масс-спектрометрия.
9. Виды методов секвенирования РНК.
10. Применение протеомики.

### **Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)**

1. Определение понятий "транскриптомика" и "протеомика".
2. История развития транскриптомики и протеомики.

3. Современные подходы к изучению транскриптома и протеома.
4. Роль РНК в биологических процессах.
5. RNA-Seq.
6. Программные решения для анализа последовательности РНК.
7. Обработка результатов анализа последовательности РНК.
8. Роль белков в биологических процессах.
9. Тандемная масс-спектрометрия.
10. Программные решения для анализа последовательности белков.
11. Обработка результатов анализа последовательности белков.
12. Взаимосвязь последовательностей РНК и белков.
13. Сравнение данных анализа последовательности РНК и белков.
14. Применение сравнительного анализа при исследовании биологических процессов.
15. Виды методов секвенирования РНК.
16. Преимущества и недостатки каждого метода.
17. Работа с данными: анализ качества ридов, сборка ридов, аннотация генов, определение экспрессии генов.
18. Структура белков.
19. Функции белков.
20. Модификации белков.
21. Обработка больших объемов данных.
22. Сложность интерпретации данных.
23. Проблемы стандартизации.
24. Электрофорез.
25. Масс-спектрометрия.
26. Хроматография.
27. Иммуноблоттинг.
28. Флюоресцентная маркировка.
29. Применение протеомики в медицине.
30. Диагностика заболеваний, лекарственное проектирование, исследование белков в различных условиях.
31. Анализ экспрессии генов в растениях.
32. Применение транскриптомики для анализа регуляции экспрессии генов в условиях стресса.
33. Использование протеомики для анализа биохимических механизмов, включенных в фотосинтез и другие процессы растительного метаболизма.
34. Исследование белков, участвующих в стимуляции иммунной системы растений.
35. Роль транскриптомики и протеомики в исследовании генетической диверсификации растительных видов.
36. Изучение вариативности экспрессии генов в разных растительных видах.
37. Оценка масштаба генетической диверсификации растений.
38. Применение результатов исследований транскриптомики и протеомики в сельском хозяйстве.

39.Кодекс этики в научных исследованиях.

40.Риски и угрозы безопасности в транскриптомике и протеомике: риски, связанные с использованием генетически модифицированных организмов в исследованиях.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

### **Балльно-рейтинговая система оценки**

Объем рейтинга составляет: за текущий контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины, за рубежный контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины и за итоговый контроль - 40% от нормативного рейтинга дисциплины.

Таблица 7

### **Система рейтинговой оценки**

Оценочные средства	Баллы			
	0	2	4	5
Устный опрос	0	2	4	5
Контрольная работа	0-4	5-6	7-8	9-10
Экзамен	0-8	9-13	14-17	18-20
<b>Оценка</b>	<b>Неуд.</b>	<b>Удовл.</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Отлично</b>
Посещение лекций и практических занятий				
Посещаемость	$\leq 85\%$	86-88%	89-91 %	92-100%
Баллы	0	10	20	30

Посещаемость рассчитывается, как отношение числа пропущенных занятий к общему числу занятий.

### **Максимальное число баллов – 100**

Для допуска к сдаче зачета с оценкой по дисциплине необходимо:

- фактический рейтинг семестрового контроля должен составлять более 50% от нормативного рейтинга семестрового контроля для дисциплины ( $R_{\text{факт.сем}} > 50\% R_{\text{норм семестр}}$ ), т.е. должен быть достигнут пороговый рейтинг;
- должен быть выполнен объем аудиторных занятий (включая посещение лекций), предусмотренный учебным планом.

### **Рейтинговый балл, выставляемый студенту**

Рейтинговый балл  
(в % от макс. балла за дисциплину)  
85,1-100%  
65,1 – 85 %  
60,1 – 65 %

Оценка по традиционной шкале  
Отлично  
Хорошо  
Удовлетворительно

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Смиряев А. В. Основы биоинформатики : учебное пособие для подготовки магистров по напр. "Агрономия": молекулярная генетика; математическое моделирование; информатика / А. В. Смиряев, Л. К. Панкина ; Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева. - М. : МСХА, 2008. - 102 с.
2. Худякова, Е. В. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК: учебник / Е. В. Худякова, М. Н. Степанцевич, М. И. Горбачев; рец.: Е. В. Попова, В. И. Медеников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, 2022. — 220 с. — [http://elib.timacad.ru/dl/full/s10012024TsT\\_v\\_APK.pdf](http://elib.timacad.ru/dl/full/s10012024TsT_v_APK.pdf).

### 7.2 Дополнительная литература

1. Часовских, Н. Ю. Практикум по биоинформатике : учебное пособие / Н. Ю. Часовских. — Томск : СибГМУ, [б. г.]. — Часть 1 — 2019. — 135 с. — ISBN 978-5-98591-145-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138707>
2. Котиков, П. Е. Анализ данных : учебно-методическое пособие / П. Е. Котиков. — Санкт-Петербург : СПбГПМУ, 2019. — 48 с. — ISBN 978-5-907184-46-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174498>
3. Кузьмин, В. И. Методы анализа данных : учебное пособие / В. И. Кузьмин, А. Ф. Гадзаов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 155 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171433>
4. Пыльнев, В. В. Основы селекции и семеноводства / В. В. Пыльнев, А. Н. Бerezkin ; Под ред.: Пыльнев В. В.. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 216 с. — ISBN 978-5-507-45402-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/267383>
5. Общая селекция растений / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльнев, Т. И. Хупацария, В. С. Рубец. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 480 с. — ISBN 978-5-507-45737-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282386>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Protein Data Bank, база данных PDB – <http://www.rcsb.org> (открытый доступ)
2. Европейская молекулярно-биологическая лаборатория - <https://www.embl.org/> (открытый доступ)
3. Бесплатная поисковая система по биомедицинским исследованиям PubMed - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (открытый доступ)

4. Сервер Национального центра биотехнологической информации США (NCBI): базы данных GenBank, NCBI Protein Database, UniGene, HomoloGene и др. - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) (открытый доступ)
5. DNA Data Bank of Japan - <https://www.ddbj.nig.ac.jp/index-e.html>
6. SWISS-PROT, UniProt the protein sequence data bank, база данных UniProt - <http://beta.uniprot.org> (открытый доступ) (открытый доступ)
7. База данных UniProt на сервере Европейского института геномики и протеомики (European Bioinformatics Institute, EBI) – <http://www.ebi.ac.uk/uniprot>
8. Базы данных Swiss-Prot, TrEmbl, UniProt на сервере ExPASy (Expert Protein Analysis System) Швейцарского Института Геномики и протеомики SIB - <http://www.expasy.org/sprot> (открытый доступ)
9. База данных САТН Protein Structure Classification - <http://www.cathdb.info/>
10. NCBI VAST - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/VAST/vast.shtml>
11. Классическая и молекулярная биология – <http://molbiol.ru> (открытый доступ)
12. Объединенный Центр вычислительной биологии и геномики, и протеомики, русскоязычный информационный сайт с вэб-адресами и краткой характеристикой молекулярно-биологических баз данных – <http://www.jcbi.ru> (открытый доступ)
13. Практическая молекулярная биология – <http://molbiol.edu.ru> (открытый доступ)
14. База данных геномов растений - <https://www.plantgdb.org/>
15. Сервер Центра моделирования молекул Национального Института Здоровья NIH, США – <http://cmm.info.nih.gov/modeling> (открытый доступ)

## **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Таблица 8

### **Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разра- ботки
1	Коммерческие программное обеспечение и информационно справочные системы не используются				

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины обеспечен аудиторией, оборудованной персональными компьютерами, мультимедийными средствами для демонстрации презентаций и доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Таблица 9

### **Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**</b>
---	--

1	2
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальные залы библиотеки	Столы, стулья, учебная литература
Общежитие №5 Комната для самоподготовки	Столы, стулья

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Основной объем материала студенту необходимо освоить самостоятельно в соответствии с темами для самостоятельной подготовки из таблицы 5. Студенты должны соблюдать дисциплину, вовремя приходить на занятия, представлять на проверку домашнюю работу, готовиться к проверочным и контрольным работам, предусмотренным курсом, проявлять активность на занятиях. Важное место в образовательном процессе занимает самостоятельная работа студентов. Для организации самостоятельной работы студентов по курсу используются современные информационные технологии: размещенные в сетевом доступе комплексы учебных и учебно-методических материалов (программа, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания для самоконтроля), свободный доступ к сети «Интернет» для работы с молекулярными базами данных.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан предоставить и защитить реферат по пропущенной теме.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Педагог, проводящий занятия, должен обладать высокой квалификацией и опытом. Необходимо разбираться в нюансах работы, чтобы при необходимости была возможность исправить ошибку студента. Для успешного освоения предмета необходимо периодически организовывать обсуждения и дискуссии по темам дисциплины.

Все практические работы носят строго профессиональный характер. Навыки, полученные при выполнении этих работ, пригодятся студенту на всех этапах обучения, при подготовке выпускной работы магистра и в профессиональной деятельности.

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования группового способа обучения на практических занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов исследовательских учебных работ. Реализация современного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных интерактивных форм проведения занятий, посещение профильных научно-исследовательских учреждений и повысить интерес к изучению дисциплины. Задачей преподавателя является приведение максимального количества позитивных приме-

1	Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальные залы библиотеки №5 Комната для самоподготовки	Столы, стулья, учебная литература
2		Столы, стулья

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Основной объем материала студенту необходимо освоить самостоятельно в соответствии с темами для самостоятельной подготовки из таблицы 5. Студенты должны соблюдать дисциплину, вовремя приходить на занятия, представлять на проверку домашнюю работу, готовиться к проверочным и контрольным работам, предусмотренным курсом, проявлять активность на занятиях. Важное место в образовательном процессе занимает самостоятельная работа студентов. Для организации самостоятельной работы студентов по курсу используются современные информационные технологии: размещенные в сетевом доступе комплексы учебных и учебно-методических материалов (программа, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания для самоконтроля), свободный доступ к сети «Интернет» для работы с молекулярными базами данных.

## Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан предоставить и защитить реферат по пропущенной теме.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Педагог, проводящий занятия, должен обладать высокой квалификацией и опытом. Необходимо разбираться в нюансах работы, чтобы при необходимости была возможность исправить ошибку студента. Для успешного освоения предмета необходимо периодически организовывать обсуждения и дискуссии по темам дисциплины.

Все практические работы носят строго профессиональный характер. Навыки, полученные при выполнении этих работ, пригодятся студенту на всех этапах обучения, при подготовке выпускной работы магистра и в профессиональной деятельности.

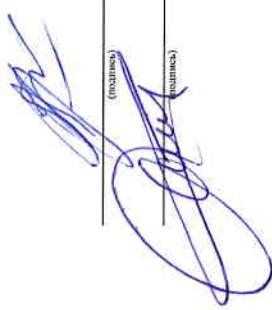
При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования группового способа обучения на практических занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов исследовательских учебных работ. Реализация современного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных интерактивных форм проведения занятий, посещение профильных научно-исследовательских учреждений и повысить интерес к изучению дисциплины. Задачей преподавателя является приведение максимального количества позитивных приме-

ров учреждений и специалистов добившихся высоких результатов в своих отраслях биотехнологии, для стимулирования интереса студентов к углубленному изучению данных дисциплин.

Программу разработал (и):

Лисовская Д.Д., ассистент

Монахос С.Г., д.с.-х.н., профессор



(подпись)  
Монахос С.Г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «*Транскриптомика и протеомика*» ОПОП ВО по направлению 06.04.01«*Биология*», направленность «*Биоинформатика*» (квалификация выпускника – магистр).

Монахосом Григорием Федоровичем, генеральным директором ООО «Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева», кандидатом сельскохозяйственных наук, старшим научным сотрудником (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Транскриптомика и протеомика» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 – "Биология", направленность «Биоинформатика» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре ботаники, селекции и семеноводства садовых растений (*разработчики – Лисовая Дарья Дмитриевна, ассистент, Монахос Сократ Григорьевич, заведующий кафедрой, д. с.-х.н., профессор*).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Транскриптомика и протеомика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 06.04.01 – "Биология". Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 06.04.01 "Биология".

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Транскриптомика и протеомика» закреплена **2 компетенции**. Дисциплина «Транскриптомика и протеомика» и представленная Программа способна реализовать ее в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Транскриптомика и протеомика» составляет **3 зачётных единицы (108 часов)**.

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Транскриптомика и протеомика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 06.04.01 – "Биология" и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Транскриптомика и протеомика» предполагает **8 часов** занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 06.04.01 "Биология".

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, диспутах и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **экзамена**, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 06.04.01 "Биология".

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – **2 источника** (базовый учебник), дополнительной литературой – **4 наименования**, Интернет-ресурсы – **15 источников** и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 06.04.01 "Биология".

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Транскриптомика и протеомика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Транскриптомика и протеомика».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Транскриптомика и протеомика» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 "Биология", направленность «Биоинформатика» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Лисовой Дарьей Дмитриевной, ассистентом и Монахосом Сократом Григорьевичем, заведующим кафедрой, д.с.-х.н., профессором соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Монахос Григорий Федорович, генеральный директор ООО «Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева», кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник 1.9 - «20» августа 2024 г.  
(подпись)