

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Акчурин Сергей Владимирович

Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии

Дата подписания: 2025-08-28 11:27:19

Уникальный программный ключ:

7abcc100775ae7e9cceb4a7a083ff3fbbf160d2a



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт садоводства и ландшафтной архитектуры

Кафедра молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института зоотехнии и биологии

С.В. Акчурин

“28” августа 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 Теория и практика GWAS

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 06.04.01 – Биология

Направленность: Биоинформатика

Курс 2

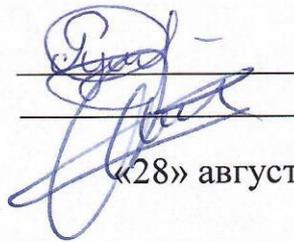
Семестр 3

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

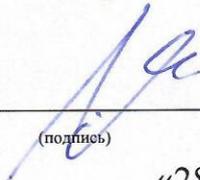
Разработчики: Румянцева О.О., ассистент
Монахос С.Г., д.с.-х.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«28» августа 2025 г.

Рецензент: Монахос Г.Ф., к.с.-х.н., ст.н.с. _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства протокол № 11 от «26» августа 2025 г.

Зав. кафедрой молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства
С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

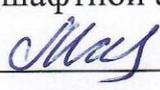

(подпись)

«28» августа 2025 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)

«28» августа 2025 г.

Заведующий кафедрой молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства

С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ / 

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	5
ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	15
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	17
РЕЙТИНГОВЫЙ БАЛЛ, ВЫСТАВЛЯЕМЫЙ СТУДЕНТУ	19
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	19
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	19
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	20
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	20
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
Виды и формы отработки пропущенных занятий	21
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	21

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины **Б1.В.07 «Теория и практика GWAS»** для подготовки магистров по направлению **06.04.01 Биология**, программа **Биоинформатика**

Цель освоения дисциплины: Цель курса – ознакомить обучающихся с основами полногеномного поиска ассоциаций (GWAS).

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-2, ПКос-4 (ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3; ПКос-4.1, ПКос-4.2, ПКос-4.3).

Краткое содержание дисциплины:

Основные понятия, связанные с GWAS. Преимущества и ограничения полногеномных ассоциативных исследований. Влияние GWAS на сельское хозяйство и биомедицинские исследования. Разработка эксперимента GWAS. Фенотипирование для GWAS: методы и платформы. Генотипирование для GWAS: методы и платформы. Тематические исследования по интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS. Введение в базы данных GWAS. Введение в программное обеспечение/инструменты GWAS. Этапы проведения GWAS-анализа. Будущее GWAS.

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зач. ед. (72 часа)

Промежуточный контроль: зачет

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория и практика GWAS» является ознакомление обучающихся с основами полногеномного поиска ассоциаций (GWAS). В результате изучения дисциплины обучающиеся должны получить представление об основных методах и платформах, базах данных, этапах проведения GWAS-анализа, а также о его применении в сельском хозяйстве и биомедицине. Студенты должны научиться анализировать и статистически обрабатывать данные, освоить специализированное программное обеспечение (TASSEL, R, PLINK).

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Теория и практика GWAS» включена в Часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплины по выбору. Дисциплина «Теория и практика GWAS» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 06.04.01 Биология.

Дисциплина «Теория и практика GWAS» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Транскриптомика и протеомика, Современная селекция растений, Современная селекция животных.

Рабочая программа дисциплины «Теория и практика GWAS» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индиви-

дуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, 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 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-2	Способен обрабатывать и критически оценивать результаты научно-исследовательских работ, обобщать полученные экспериментальные данные с использованием современных цифровых средств и технологий	ПКос-2.1– правила и методики анализа результатов научных исследований, специализированное программное обеспечение, способы обработки получаемых эмпирических данных и их интерпретации	принципы GWAS-анализа, структуры SNP-данных и корректного выбора статистических моделей	оценивать качество данных на разных этапах анализа	навыками визуализации и интерпретации статистических данных (Manhattan plot, Q-Q plot и др.)
			ППКос-2.2 – анализировать получаемую полевую и лабораторную биологическую информацию с использованием современной вычислительной техники; систематизировать экспериментальные данные; обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний; получать новые достоверные	основные алгоритмы работы в программном обеспечении (TASSEL5, R)	работать со специализированным программным обеспечением (TASSEL5, R)	навыками работы со специализированным программным обеспечением, в том числе построением графиков (Manhattan plot) для визуализации результатов GWAS-анализа в R

			<p>факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; представлять результаты научных исследований; нести ответственность за качество выполняемых работ</p>			
			<p>ПКос-2.3 – навыками подготовки научных публикаций, отчетов, обзоров, патентов и докладов; участия в организации и проведении научных семинаров и конференций; статистическими методами сравнения полученных экспериментальных данных и определения закономерностей; способностью формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований</p>	<p>основные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, информационно-справочные системы для поиска научной биологической информации</p>	<p>пользоваться зарубежными и отечественными информационными базами данных при составлении рефератов, обзоров, для поиска научной литературы в учебной и профессиональной деятельности</p>	<p>навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов Интернета применительно к биологическим объектам</p>
2.	ПКос-	Способен профессиональ-	ПКос-4.1 – специфици-	технические и про-	использовать стан-	методами проведения необхо-

4	но работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ку полевых и лабораторных работ в соответствии с избранной предметной областью, принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)	граммные средства реализации биоинформатических методов анализа	дартные и специализированные пакеты прикладных компьютерных программ для решения практических задач биоинформатики	димых 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 информацию и представлять результаты исследований	навыками анализа и способностью выбора методов и средств для решения прикладных задач селекции и биотехнологии, генной инженерии, молекулярного моделирования
		ПКос-4.3 – способностью оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов	основные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, информационно-справочные системы для поиска научной биологической информации	пользоваться зарубежными и отечественными 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

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость
	час. всего
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72
1. Контактная работа:	30,25
Аудиторная работа	30
в том числе:	
лекции (Л)	8
практические занятия (ПЗ)	22
консультации перед экзаменом	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	41,75
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка	41,75
Подготовка к экзамену (контроль)	-
Вид промежуточного контроля:	Зачет

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 всего	ПКР всего	
Раздел 1. Теория и практика GWAS	72	8	22	0,25	41,75
Тема 1. Основные понятия, связанные с GWAS	7	2	2	-	3
Тема 2. Преимущества и ограничения полногеномных ассоциативных исследований	6	-	2	-	4
Тема 3. Влияние GWAS на сельское хозяйство и биомедицинские исследования	6	-	2	-	4
Тема 4. Разработка эксперимента GWAS	8	2	2	-	4
Тема 5. Фенотипирование для GWAS: методы и платформы	6	-	2	-	4
Тема 6. Генотипирование для GWAS: методы и платформы	6	-	2	-	4
Тема 7. Тематические исследования по интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS	7,75	2	2	-	3,75
Тема 8. Введение в базы данных GWAS	6	-	2	-	4
Тема 9. Введение в программное обеспечение/инструменты GWAS	6	-	2	-	4
Тема 10. GWAS-анализ	8	2	2	-	4
Тема 11. Будущее GWAS	5	-	2	-	3
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
Итого по дисциплине	72	8	22	0,25	41,75

Тема 1 «Основные понятия, связанные с GWAS»

Основные понятия о GWAS-анализе. Понятия генетики, лежащие в основе исследования ассоциаций на уровне всего генома.

Тема 2 «Преимущества и ограничения полногеномных ассоциативных исследований».

Преимущества GWAS для выявления связей между признаками. Ограничения GWAS.

Тема 3 «Влияние GWAS на сельское хозяйство и биомедицинские исследования».

Примеры успешного применения GWAS в сельском хозяйстве. Влияние GWAS на биомедицинские исследования.

Тема 4 «Разработка эксперимента GWAS».

Детальное планирование успешного эксперимента GWAS. Этапы проведения эксперимента GWAS.

Тема 5 «Фенотипирование для GWAS: методы и платформы».

Методы и платформы фенотипирования, используемые в исследованиях GWAS животных, растений и человека.

Тема 6 «Генотипирование для GWAS: методы и платформы».

Методы генотипирования растений, животных и человека. Потенциал каждого метода и платформы для их использования.

Тема 7 «Тематические исследования по интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS».

Примеры использования GWAS-анализа на человеке и растениях. Планирование успешных экспериментов исследователями, работающими в рамках всемирно известных исследований GWAS. Концепции интеграции НТР и GWAS.

Тема 8 «Введение в базы данных GWAS».

Основные базы данных GWAS по растениям, животным. Принципы работы баз данных GWAS и основные преимущества, которые они дают биологам.

Тема 9 «Введение в программное обеспечение/инструменты GWAS».

Разные типы программного обеспечения, используемых для GWAS. Основные функции, которыми должно обладать программное обеспечение/инструмент для GWAS-анализа.

Тема 10 «GWAS-анализ».

Типы данных, загрузка и анализ данных с помощью TASSEL, пакета rMVP, easyGWAS.

Тема 11. «Будущее GWAS».

Будущие направления анализа GWAS. Новые технологии, перспективы и возможное взаимодействие биологии и информатики в области анализа и интерпретации данных GWAS.

4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
Раздел 1. Теория и практика GWAS			ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	30,25
1	Тема 1. Основные понятия, связанные с GWAS	Лекция № 1. Основные понятия, связанные с GWAS	ПКос-2, ПКос-4		2
		Практическое занятие № 1. Основные понятия, связанные с GWAS	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
2	Тема 2. Преимущества и ограничения полногеномных ассоциативных исследований	Практическое занятие № 2. Преимущества и ограничения полногеномных ассоциативных исследований	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
3	Тема 3. Влияние GWAS на сельское хозяйство и биомедицинские исследования	Практическое занятие №3. Влияние GWAS на сельское хозяйство и биомедицинские исследования	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
4	Тема 4. Разработка эксперимента GWAS	Лекция № 2. Разработка эксперимента GWAS	ПКос-2, ПКос-4		2
		Практическое занятие № 4. Разработка эксперимента GWAS	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
5	Тема 5. Фенотипирование для GWAS: методы и платформы	Практическое занятие №5. Фенотипирование для GWAS: методы и платформы	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
6	Тема 6. Генотипирование для GWAS: методы и платформы	Практическое занятие №6. Генотипирование для GWAS: методы и платформы	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
7	Тема 7. Тематические исследования по интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS	Лекция № 3. Тематические исследования по интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS	ПКос-2, ПКос-4		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
	ного фенотипирования и GWAS	Практическое занятие № 7. Тематические исследования по интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
8	Тема 8. Введение в базы данных GWAS	Практическое занятие № 8. Введение в базы данных GWAS	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
9	Тема 9. Введение в программное обеспечение/инструменты GWAS	Практическое занятие № 9. Введение в программное обеспечение/инструменты GWAS	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
10	Тема 10. GWAS-анализ	Лекция №4. GWAS-анализ	ПКос-2, ПКос-4		2
		Практическое занятие № 10. GWAS-анализ	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
11	Тема 11. Будущее GWAS	Практическое занятие №11. Будущее GWAS	ПКос-2, ПКос-4	Устный опрос	2
		Итоговая контрольная работа	ПКос-2, ПКос-4	Контрольная работа	2,25

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1. Основные понятия, связанные с GWAS	Провести поиск и обзор мировой литературы по основным понятиям, связанными с GWAS. ПКос-2
2.	Тема 2. Преимущества и ограничения полногеномных ассоциативных исследований	Перечислить преимущества и ограничения GWAS для своих исследовательских целей. Минимальный объем описания каждого пункта должен составлять 100 слов. Привести логическое и технологическое обоснование для каждого пункта. ПКос-2
3.	Тема 3. Влияние GWAS на сельское хозяйство и биоме-	Подготовить отчет (не менее 2000 слов) на тему «Может ли мультиомика заменить GWAS с учетом требования к размеру выборки?». ПКос-2

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	дицинские исследования	
4.	Тема 4. Разработка эксперимента GWAS	Разработать эксперимент GWAS для организма, представляющего интерес для исследования. ПКос-2, ПКос-4
5.	Тема 5. Фенотипирование для GWAS: методы и платформы	Составить список платформ фенотипирования, которые обучающиеся использовали или могут использовать для определения фенотипов объекта своего исследования. Какая платформа и метод более предпочтительны и почему? Описать преимущества выбранной платформы. ПКос-2, ПКос-4
6.	Тема 6. Генотипирование для GWAS: методы и платформы	Составить список платформ генотипирования, которые обучающиеся использовали или могут использовать для определения генотипов объекта своего исследования. Какая платформа и метод более предпочтительны и почему? Описать преимущества выбранной платформы. ПКос-2, ПКос-4
7.	Тема 7. Тематические исследования по интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS	Провести поиск и обзор мировой литературы по примерам интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS. ПКос-2
8.	Тема 8. Введение в базы данных GWAS	Выбрать одну из баз данных GWAS, ознакомиться с ней и представить ее публично на практическом занятии в форме презентации (максимум 10 минут). ПКос-2, ПКос-4
9.	Тема 9. Введение в программное обеспечение / инструменты GWAS	Подготовить список известных инструментов/пакетов/программного обеспечения GWAS и разобраться в их основных функциях. ПКос-2, ПКос-4
10.	Тема 10. GWAS-анализ	Проанализировать пример набора данных с помощью TASSEL, rMVP, easyGWAS, подготовить краткий отчет. ПКос-2, ПКос-4
11.	Тема 11. Будущее GWAS	Провести поиск и обзор мировой литературы для понимания будущих направлений анализа GWAS. ПКос-2

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.	Тема 1. Основные понятия, связанные с GWAS	Л Лекция - визуализация
2.	Тема 2. Преимущества и ограничения полногеномных ассоциативных	ПЗ Интерактивная форма: мастер-класс

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	исследований		
3.	Тема 3. Влияние GWAS на сельское хозяйство и биомедицинские исследования	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
4.	Тема 4. Разработка эксперимента GWAS	Л	Лекция - визуализация
5.	Тема 5. Фенотипирование для GWAS: методы и платформы	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
6.	Тема 6. Генотипирование для GWAS: методы и платформы	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
7.	Тема 7. Тематические исследования по интеграции высокопроизводительного фенотипирования и GWAS	Л	Лекция - визуализация
8.	Тема 8. Введение в базы данных GWAS	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
9.	Тема 9. Введение в программное обеспечение / инструменты GWAS	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
10.	Тема 10. GWAS-анализ	Л	Лекция - визуализация
11.	Тема 11. Будущее GWAS	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

Контрольная работа

Вариант 1

1. Сравнение GWAS с QTL-анализом
2. Как связано нормальное распределение признака ложноположительные/ложноотрицательные срабатывания GWAS?
3. Q-Q plot в результатах GWAS
4. Основные типы молекулярных маркеров, используемые для GWAS

Вариант 2

1. Картирование GWAS – основные шаги.
2. Какую роль играют понятия отличимость, однородность, стабильность в GWAS-анализе?
3. Manhattan plot в результатах GWAS
4. Связь неравновесия по сцеплению (LD) с ассоциацией маркер-признак

Вариант 3

1. Как связаны расстояния в сантиморганах и нуклеотидах?
2. Какие проблемы возникнут при поиске ДНК-маркера?
3. Что такое p-value и genome-wide significance threshold в контексте GWAS?
4. Линейная и логистическая регрессия в контексте GWAS

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

1. Основные понятия о GWAS-анализе.
2. Понятия генетики, лежащие в основе исследования ассоциаций на уровне всего генома.
3. Преимущества GWAS для выявления связей между признаками.
4. Ограничения GWAS.
5. Примеры успешного применения GWAS в сельском хозяйстве.
6. Влияние GWAS на биомедицинские исследования.
7. Детальное планирование успешного эксперимента GWAS.
8. Этапы проведения эксперимента GWAS.
9. Методы и платформы фенотипирования, используемые в исследованиях GWAS животных.
10. Методы и платформы фенотипирования, используемые в исследованиях GWAS растений.
11. Методы и платформы фенотипирования, используемые в исследованиях GWAS человека.
12. Методы генотипирования растений.
13. Методы генотипирования животных.
14. Методы генотипирования человека.
15. Потенциал различных методов генотипирования и платформы для их использования.
16. Примеры использования GWAS-анализа на растениях.
17. Примеры использования GWAS-анализа на человеке.
18. Примеры планирования успешных экспериментов в рамках всемирно известных исследований GWAS.
19. Концепции интеграции HTP и GWAS.
20. Основные базы данных GWAS по растениям.
21. Основные базы данных GWAS животным.

22. Принципы работы баз данных GWAS и основные преимущества, которые они дают биологам.
23. Основные преимущества баз данных GWAS для биологов.
24. Разные типы программного обеспечения, используемых для GWAS.
25. Основные функции, которыми должно обладать программное обеспечение/инструмент для GWAS-анализа.
26. Типы данных, загрузка и анализ данных с помощью TASSEL.
27. Типы данных, загрузка и анализ данных с помощью пакета rMVP.
28. Типы данных, загрузка и анализ данных с помощью easyGWAS.
29. Будущие направления анализа GWAS.
30. Новые технологии, перспективы и возможное взаимодействие биологии и информатики в области анализа и интерпретации данных GWAS.

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

Балльно-рейтинговая система оценки

При изучении дисциплины используют рейтинговую систему оценки знаний и умений студентов. Регулярно в течение семестра проводят устные опросы, учет посещения лекционных и практических занятий.

Объем рейтинга составляет: за текущий контроль - 70% от нормативного рейтинга дисциплины и за итоговый контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме учета посещения лекций и практических занятий, устного опроса. Он позволяет оценить успехи в учебе на протяжении семестра.

Итоговый контроль - зачет, принимаемый в традиционной форме. Накопление рейтинга по дисциплине происходит в соответствии с формулой: $R_{\text{дисц.}} = R_{\text{тек.}} + R_{\text{итог.}}$, где

$R_{\text{дисц.}}$ – фактический рейтинг студента, полученный им по окончании изучения дисциплины,

$R_{\text{тек.}}$ – фактический рейтинг по текущему контролю, выполненному в течение периода обучения,

$R_{\text{итог.}}$ – фактический рейтинг итогового контроля (зачета).

Система рейтинговой оценки

Таблица 7

Оценочные средства	Баллы			
	Устный опрос	0	3	4

Зачет	0	10	20	30
Оценка	Неуд.	Удовл.	Хорошо	Отлично
Посещение лекций и практических занятий				
Посещаемость	≤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 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

Таблица 8

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	незачет

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Компо, Ф. Алгоритмы биоинформатики / Ф. Компо, П. Певзнер ; перевод с английского И. Л. Люско. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 682 с. — ISBN 978-5-93700-175-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/314972>
2. Снигур, Г. Л. Основы молекулярной генетики : учебное пособие / Г. Л. Снигур, Э. Ю. Сахарова, Т. Н. Щербакова. — Волгоград : ВолгГМУ, 2021. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/498479>

7.2 Дополнительная литература

1. Антао, Т. Биоинформатика с Python : руководство / Т. Антао ; перевод с английского И. Л. Люско. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 344 с. — ISBN 978-5-93700-201-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/455300>
2. Галиновский, Н. Г. Введение в программирование на языке R : учебное пособие / Н. Г. Галиновский. — Гомель : ГГУ имени Ф. Скорины, 2022. — 222 с. — ISBN 978-985-577-826-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/320945> (дата обращения: 28.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Буховец, А. Г. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R : учебное пособие / А. Г. Буховец, П. В. Москалев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1802-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212195>

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

1. Научная электронная библиотека ELIBRARY <http://www.elibrary.ru>
2. База данных научных статей <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. TASSEL software (GUI); <https://tassel.bitbucket.io/>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Коммерческое 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 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
---	---

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, предоставлять на проверку домашнюю работу, готовиться к проверочным и контрольным работам, предусмотренными 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 базами данных GWAS.

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.

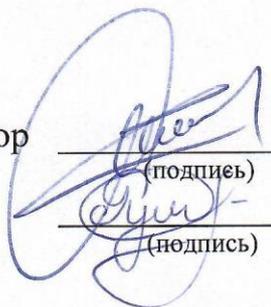
Все практические работы носят строго профессиональный характер. Навыки, полученные при выполнении этих работ, пригодятся студенту на всех этапах обучения, при подготовке выпускной работы магистра и в профессиональной деятельности.

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

Программу разработали:

Монахос С.Г., д.с.-х.н., профессор



(подпись)

Румянцева О.О., ассистент



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Теория и практика GWAS» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 Биология, 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 «Теория и практика GWAS» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 Биология, направленность «Биоинформатика» (магистратура) разработанной в РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (*разработчик – Монахос Сократ Григорьевич, заведующий кафедрой молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Румянцева Олеся Олеговна ассистент кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства*).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Теория и практика GWAS» (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 «Теория и практика GWAS» закреплена **2 компетенции**. Дисциплина «Теория и практика GWAS» и представленная Программа способна реализовать их 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 «Теория и практика GWAS» составляет **2 зачётных единицы (72 часа)**.

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Теория и практика GWAS» 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 «Теория и практика GWAS» предполагает **14 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 *зачета*, 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 – **5 наименований**, Интернет-ресурсы – **3 источника** и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 06.04.01 Биология.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Теория и практика GWAS» 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 «Теория и практика GWAS».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Теория и практика GWAS» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 Биология, направленность «Биоинформатика» (квалификация выпускника – магистр) (разработчики - Монахос Сократ Григорьевич, заведующий кафедрой молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Румянцева Олеся Олеговна ассистент кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства 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 _____ «28» августа 2025 г.

(подпись)

Подпись Ген. директора ООО «Селекционная станция им. Н.Н. Тимофеева» Г.Ф. Монахос
заверяю.

Зам. ген. директора Г.Г. Фомин

