

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
АГРАРНЫЙ ИНСТИТУТ



УТВЕРЖДАЮ
Исполнительный директор
программы развития,
руководитель научно-
исследовательской политики
Г.Н. Суворов
«25» июня 2026 г.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В БИОЛОГИИ**

Рабочая программа для обучающихся по научной специальности
4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных
форма обучения (очная)

Ерёмина Д.В. Информационные технологии и математические методы обработки информации в биологии. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных, форма обучения (очная). Тюмень, 2026 г.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ, утвержденными Министерством науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г., приказ № 951.

Рабочая программа дисциплины Информационные технологии и математические методы обработки информации в биологии опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины «Информационные технологии и математические методы обработки информации в биологии» - сформировать у аспирантов систему знаний, умений и навыков по использованию современных информационных технологий и математических методов обработки информации в биологии для решения исследовательских, аналитических, прикладных задач и представления результатов научных исследований.

Задачи дисциплины направлены на формирование комплексной ИТ-грамотности аспиранта – от понимания принципов организации информационных процессов в биологических исследованиях до владения современными программными средствами, практическими навыками анализа, моделирования, представления и визуализации биологических данных, необходимых для научно-исследовательской работы.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

ПК-13 - способность к выведению новых и совершенствованию существующих пород, типов, линий, семейств сельскохозяйственных животных, оценке результативности племенной работы при разработке селекционных программ;

ПК-14 - способность к совершенствованию и разработке новых методов оценки племенных и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных с использованием молекулярно-генетических маркеров и селекционно-генетических параметров;

ПК-15 - готовность к совершенствованию существующих и разработке новых биотехнологических методов воспроизводства и селекции сельскохозяйственных животных.

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		4
Общий объем зач. ед. час	2	2
	72	72
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	18	18
Лекции	10	10
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	8	8
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	18	18
Вид промежуточной аттестации (зачёт, диф. зачет, кандидатский экзамен, экзамен)	36	Зачёт 36

4. Система оценивания

4.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости проводится в течение всего периода изучения дисциплины и направлен на проверку освоения теоретического материала, сформированности практических умений и готовности аспиранта применять информационные технологии и математические методы обработки данных в научно-исследовательской деятельности.

Текущий контроль осуществляется в следующих формах:

- устный опрос;

- выполнение практических и лабораторных заданий;
- самостоятельная работа с учебным и эмпирическим материалом.

В ходе текущего контроля оцениваются:

- знание основных понятий и методов дисциплины;
- умение выполнять базовую статистическую обработку;
- умение интерпретировать результаты анализа;
- умение представлять данные в табличной и графической форме;
- качество аргументации и научной логики выводов.

Для текущего контроля используется 5-балльная система.

Критерии по видам работ

Устный опрос

Балл	Критерии
5	Ответ полный, точный, логичный, с использованием терминологии дисциплины и примеров применения методов.
4	Ответ правильный, но недостаточно развернутый; имеются отдельные неточности.
3	Ответ отражает основные положения, но без глубокой аргументации и с пробелами.
2	Ответ фрагментарный, есть существенные ошибки в терминах и понимании.
1	Ответ не раскрывает сущность вопроса.
0	Ответ отсутствует.

Лабораторно-практическое задание

Балл	Критерии
5	Данные корректно подготовлены, обработаны и интерпретированы; оформление соответствует требованиям.
4	Выполнены основные этапы работы, допущены отдельные неточности в расчетах или оформлении.
3	Выполнена только часть задания; имеются ошибки в расчетах или представлении результатов.
2	Работа носит поверхностный характер, допущены существенные ошибки.
1	Задание выполнено формально, без понимания логики обработки данных.
0	Работа не представлена.

Отчет по результатам самостоятельной работы

Балл	Критерии
5	Отчет структурирован, содержит обоснованные выводы, таблицы, графики.
4	Отчет выполнен качественно, но отдельные элементы анализа недостаточно раскрыты.
3	Отчет содержит основные результаты, но выводы поверхностны или не полностью аргументированы.
2	Отчет неполный, аналитическая часть слабая.
1	Отчет носит описательный характер и не отражает результат анализа.
0	Отчет не представлен.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка «зачтено» выставляется, если аспирант:

- демонстрирует знание основных понятий, методов и инструментов дисциплины;
- понимает логику подготовки и обработки данных в биологии;
- умеет выбирать базовые математические и статистические методы в соответствии с задачей исследования;
- допускает отдельные неточности, но они не искажают общий смысл ответа и не препятствуют решению практической задачи.

Оценка «не зачтено» выставляется, если аспирант:

- не знает или слабо знает основные понятия и методы дисциплины;
- не может объяснить принципы обработки данных и выбор методов анализа;
- показывает фрагментарные, несистемные или неверные представления по ключевым вопросам дисциплины.

5. Содержание дисциплины

5.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Цифровая биология: от кода к жизни	4	4	0	0	0
2	Описательная статистика, сравнение средних по критерию Стьюдента при равенстве и неравенстве дисперсий	2	2	0	2	0
3	Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ	6	2	0	4	0
4	Многомерные методы анализа и их визуализация	4	2	0	2	0
6	Зачёт	36	0	0	0	36
	Итого (часов)	54	10	0	8	36

5.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Лекционные занятия

Тема 1. Цифровая биология: от кода к жизни.

Понятие информационных технологий и их роль в биологии. Основные направления развития современных ИТ в биологии. Математические методы в биологии. Высокопроизводительное секвенирование (NGS): работа с данными полногеномного секвенирования. Синтетическая геномика: базы биологических данных. Системная биология и метаболические сети. Искусственный интеллект и машинное обучение в биологии: компьютерное зрение, обзор больших языковых моделей (LLM) для работы с ДНК и РНК.

Тема 2. Описательная статистика, сравнение средних по критерию Стьюдента при равенстве и неравенстве дисперсий.

Понятие описательной статистики и ее место в первичном анализе данных. Цели первичного анализа: выявление общей структуры данных, основных тенденций, разброса значений и возможных выбросов. Основные формы представления результатов: таблицы частот, гистограммы, диаграммы, графики, диаграммы рассеяния. Показатели центра распределения: среднее арифметическое, медиана, мода. Показатели вариации: размах, дисперсия, стандартное отклонение, стандартная ошибка. Анализ формы распределения: асимметрия, эксцесс, наличие выбросов и отклонений от нормальности. Применение

описательной статистики для первичной интерпретации эмпирических данных в биологии.

Тема 3. Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ.

Понятие статистической связи между переменными и отличие связи от причинности. Корреляционный анализ: задача оценки тесноты и направления связи между признаками, коэффициенты корреляции, интерпретация силы связи. Условия применения корреляционного анализа: типы данных, линейность или нелинейность связи, требования к объему выборки. Регрессионный анализ: назначение, построение уравнения регрессии, выбор зависимой и независимой переменных, интерпретация коэффициентов модели. Оценка качества регрессионной модели: коэффициент детерминации, значимость модели, проверка адекватности аппроксимации. Дисперсионный анализ: сравнение средних значений нескольких групп, выявление влияния фактора на результативный признак. Логика проверки статистических гипотез в дисперсионном анализе: нулевая и альтернативная гипотезы, уровень значимости, критерий Фишера. Интерпретация результатов анализа в общественных науках: выявление взаимосвязей, различий между группами и факторов, влияющих на исследуемый показатель.

Тема 4. Многомерные методы анализа и их визуализация.

Иерархический кластерный анализ. Анализ главных компонент. Факторный анализ. Дискриминантный анализ. Принципы визуализации данных: наглядность, точность, лаконичность, соответствие типу данных и цели анализа. Основные виды визуализации: гистограмма, линейный график, круговая диаграмма, диаграмма рассеяния, пузырьковая диаграмма, сетевые схемы. Ошибки визуализации: перегруженность, искажение масштаба, неудачный выбор типа графика, отсутствие подписей и легенды. Интерпретация визуально представленных данных: выявление тенденций, различий, выбросов, связей и аномалий. Правила научной интерпретации результатов.

Лабораторно-практические занятия

№ занятия	Тема	Содержание
1	Описательная статистика, сравнение средних по критерию Стьюдента при равенстве и неравенстве дисперсий.	Расчет основных статистических показателей: среднее арифметическое, медиана, мода, размах, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации. Сравнение двух средних для независимых и зависимых (парных) переменных. Сравнение средних по критерию Стьюдента при равенстве дисперсий. Сравнение средних по критерию Стьюдента при неравенстве дисперсий. Парный t-критерий. Работа выполняется по результатам собственных исследований.
2	Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ.	Корреляционный анализ: интерпретация силы и направления связи. Регрессионный анализ: построение уравнения регрессии, выбор зависимой и независимой переменных, интерпретация коэффициентов. Оценка качества регрессионной модели: проверка значимости, коэффициент детерминации, анализ остатков. Работа выполняется по результатам собственных исследований.
3	Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ.	Дисперсионный анализ: назначение метода, сравнение средних значений нескольких групп, влияние фактора на результат. Проверка статистических гипотез в дисперсионном анализе: нулевая и альтернативная гипотезы, уровень значимости, критерий Фишера. Интерпретация полученных результатов в контексте

		исследовательской задачи. Оформление результатов анализа в таблицах, графиках и кратком аналитическом отчете. Работа выполняется по результатам собственных исследований.
4	Многомерные методы анализа и их визуализация.	Дискриминантный анализ. Уравнение множественной регрессии. Дискриминантная функция. Использование визуализации для подготовки научных докладов, статей, диссертации. Работа выполняется по результатам собственных исследований.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Цифровая биология: от кода к жизни.	Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторно-практическим занятиям.
2.	Описательная статистика, сравнение средних по критерию Стьюдента при равенстве и неравенстве дисперсий.	Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторно-практическим занятиям.
3.	Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ.	Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторно-практическим занятиям. Индивидуальное задание.
4.	Многомерные методы анализа и их визуализация.	Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторно-практическим занятиям. Индивидуальное задание.
Зачёт		Подготовка к зачёту в форме устного собеседования.

Проработка лекционного материала включает:

- прочтение конспекта лекций и рекомендованной литературы;
- анализ теоретического материала, предложенного в лекциях;
- ознакомление с материалами по соответствующей тематике из рекомендуемых источников;
- составление опорного конспекта или ментальной карты для систематизации материала.

Форма контроля: устный опрос.

Подготовка к лабораторно-практическим занятиям включает:

- обращение к конспектам лекций по соответствующему вопросу и рекомендуемым источникам для уточнения терминологии;
- анализ методов решения задач, рассмотренных в лекциях.

Форма контроля: оценка выполненных лабораторно-практических заданий.

Индивидуальное задание напрямую вытекает из исследовательской проблемы, над которой работает аспирант.

Форма контроля: отчет по результатам самостоятельной работы.

7. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

7.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Зачёт проводится в форме устного собеседования.

К зачёту допускается обучающийся, который:

- набрал не ниже порогового уровня по ключевым лабораторным и практическим работам (3 балла и выше);
- представил отчёт по результатам самостоятельной работы.

Каждый зачётный билет формируется из двух вопросов. Преподаватель вправе задать уточняющий вопрос по каждому вопросу билета.

Вопросы к зачёту:

1. Понятие информационных технологий и их роль в биологии. Основные направления развития современных ИТ в биологии.
2. Математические методы в биологии.
3. Высокопроизводительное секвенирование.
4. Синтетическая геномика: базы биологических данных.
5. Искусственный интеллект и машинное обучение в биологии.
6. Использование больших данных и искусственного интеллекта для обработки информации, прогнозирования и поддержки принятия решений.
7. Понятие описательной статистики и ее место в первичном анализе данных. Цели первичного анализа: выявление общей структуры данных, основных тенденций, разброса значений и возможных выбросов.
8. Основные формы представления результатов: таблицы частот, гистограммы, диаграммы, графики, диаграммы рассеяния.
9. Показатели центра распределения: среднее арифметическое, медиана, мода. Показатели вариации: размах, дисперсия, стандартное отклонение, стандартная ошибка.
10. Анализ формы распределения: асимметрия, эксцесс, наличие выбросов и отклонений от нормальности.
11. Применение описательной статистики для первичной интерпретации эмпирических данных в биологии.
12. Понятие статистической связи между переменными и отличие связи от причинности. Корреляционный анализ: задача оценки тесноты и направления связи между признаками, коэффициенты корреляции, интерпретация силы связи. Условия применения корреляционного анализа: типы данных, линейность или нелинейность связи, требования к объему выборки.
13. Регрессионный анализ: назначение, построение уравнения регрессии, выбор зависимой и независимой переменных, интерпретация коэффициентов модели. Оценка качества регрессионной модели: коэффициент детерминации, значимость модели, проверка адекватности аппроксимации.
14. Дисперсионный анализ: сравнение средних значений нескольких групп, выявление влияния фактора на результативный признак. Логика проверки статистических гипотез в дисперсионном анализе: нулевая и альтернативная гипотезы, уровень значимости, критерий Фишера. Интерпретация результатов анализа в биологии: выявление взаимосвязей, различий между группами и факторов, влияющих на исследуемый показатель.
15. Принципы визуализации данных: наглядность, точность, лаконичность, соответствие типу данных и цели анализа. Основные виды визуализации: гистограмма, линейный график, круговая диаграмма, диаграмма рассеяния, пузырьковая диаграмма, сетевые схемы.
16. Ошибки визуализации: перегруженность, искажение масштаба, неудачный выбор типа графика, отсутствие подписей и легенды.
17. Интерпретация визуально представленных данных: выявление тенденций, различий, выбросов, связей и аномалий. Правила научной интерпретации результатов.

18. Многомерные методы анализа: анализ главных компонент; кластерный, факторный и дискриминантный анализ.

При проведении промежуточной аттестации проверяется сформированность следующих компетенций и их компонентов:

Код и наименование компетенции	Компоненты (знает / умеет / владеет)
ПК-13 - способность к выведению новых и совершенствованию существующих пород, типов, линий, семейств сельскохозяйственных животных, оценке результативности племенной работы при разработке селекционных программ;	<i>Знает:</i> методы статистической обработки биологических данных, правила интерпретации, визуализации и оформления результатов научных исследований. <i>Умеет:</i> проводить первичную обработку данных, выполнять статистический анализ, применять инструменты визуализации данных. <i>Владеет:</i> приемами использования специализированного ПО для обработки результатов исследований.
ПК-14 - способность к совершенствованию и разработке новых методов оценки племенных и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных с использованием молекулярно-генетических маркеров и селекционно-генетических параметров;	<i>Знает:</i> признаки отклонений от нормы, влияющие на результаты исследований. <i>Умеет:</i> анализировать и интерпретировать полученные данные, выявлять отклонения от нормы. <i>Владеет:</i> алгоритмами проверки данных на нормальность распределения, выбросы и артефакты, интерпретирует результаты, сопоставляет результаты разных методов для комплексной оценки и формулирует обоснованные выводы.
ПК-15 - готовность к совершенствованию существующих и разработке новых биотехнологических методов воспроизводства и селекции сельскохозяйственных животных.	<i>Знает:</i> методологические основы применения математических методов в биологических исследованиях, программное обеспечение и методы анализа данных. <i>Умеет:</i> формулировать исследовательскую проблему в области биологии на основе проведенного анализа, грамотно оформлять результаты в виде отчётов и научных публикаций. <i>Владеет:</i> методами математического моделирования и статистического анализа.

При оценивании определяются точность и системность знаний, а также степень сформированности умений и навыков. Выделяются три уровня освоения материала:

- пороговый уровень (минимально допустимый): знания неполные и фрагментарные; умения и навыки освоены лишь частично;
- базовый уровень (соответствует требованиям программы): знания в целом сформированы, но содержат отдельные пробелы; умения и навыки применяются успешно, однако также имеют отдельные недочёты;
- повышенный уровень (превосходит требования программы): знания глубокие, чётко структурированные и систематизированные; умения и навыки сформированы полностью и применяются уверенно.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

1. Ризниченко, Галина Юрьевна. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов: учебник для вузов / Г.Ю.

Ризниченко, А.Б. Рубин. 3-е изд., пер. и доп. Москва: Юрайт, 2025. 409 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-19922-2: 1989.00. URL: <https://urait.ru/bcode/557337> (дата обращения: 19.06.2026).

2. Бессмертный, И. А. Основы научных исследований в области информационных систем и технологий: учебник для вузов / И. А. Бессмертный. - Москва: Издательство Юрайт, 2025 - 110 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-08696-6. - Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт <https://urait.ru/bcode/580150> (дата обращения: 20.06.2026).

3. Степанов, В.Г. Применение методов непараметрической статистики в исследованиях сельскохозяйственной биологии и ветеринарной медицины [Электронный ресурс]: учебное пособие / Степанов В. Г. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 56 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/206012>. ISBN 978-5-8114-3269-1 (дата обращения: 19.06.2029).

8.2. Дополнительная литература:

1. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica: учебник для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Иванова, К. Р. Цицкиева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2025. - 170 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-19263-6. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/563012> (дата обращения: 19.06.2026).

2. Новиков, Николай Юрьевич. Основы теории информационно-измерительных и управляющих систем: Монография. Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2022. 560 с. URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=437247>. ISBN 978-5-9221-1908-5.

3. Липатова, Н. Г. Информационные технологии в науке и образовании: учебник / Н. Г. Липатова, И. И. Никитченко, Ю. И. Сомов; под редакцией Н. Г. Липатовой. - Москва: Российская таможенная академия, 2023. - 380 с. - ISBN 978-5-9590-1286-1. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/146474.html> (дата обращения: 09.06.2026).

8.3. Интернет-ресурсы:

1. <http://e.lanbook.com> – Издательство «ЛАНЬ»
2. <http://znanium.com> – Электронно-библиотечная система «znanium.com»
3. <http://www.iprbookshop.ru/> - ЭБС IPR SMART
4. <http://cyberleninka.ru/> - Научная библиотека открытого доступа КиберЛенинка
5. <https://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Яндекс 360, Р7-Офис.

10. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа аспирантов включает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторно-практическим занятиям, оформление отчёта по индивидуальному заданию, подготовка к зачёту в форме устного собеседования.

При проработке материала лекций рекомендуется обратиться к конспектам лекционного материала (кратко, схематично, последовательно зафиксированным основным положениям, выводам, формулировкам, обобщениям), проверить использованные в лекции термины и понятия с помощью словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лабораторно-практическом занятии.

При подготовке к лабораторно-практическим занятиям рекомендуется анализ методов решения задач, рассмотренных в лекциях.

Оформление отчёта по индивидуальному заданию строится так, чтобы чётко показать: аспирант не просто выполнил расчёты, а связал математический аппарат с реальной исследовательской проблемой, над которой он работает. Следует подробно описать, как собирали и систематизировали информацию, какие программные средства использовали, какие расчёты провели, какие графики, диаграммы или таблицы получились (они должны наглядно иллюстрировать закономерности). Полученные данные должны быть интерпретированы. Указать, подтвердилась ли гипотеза, какие выводы можно сделать.

При подготовке к зачету в форме устного собеседования рекомендуется актуализация и анализ содержания материала лекционных и лабораторно-практических занятий; чтение обязательной и дополнительной литературы; самостоятельный поиск информации по отдельным вопросам с использованием различных видов источников.