ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

документ подписан электронной подписью
Сертификат 00D4C08F102934B43FD811635C2DB103D9
Владелец Лисова Ольга Михайловна
Действителен с 12.08.2026 по 05.11.2027
Должность Проректор по дополнительному образованию
Организация ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по дополнительному образованию
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, профессор
_____О.М. Лисова
«___» _____ 20___ г.

Категория обучающихся: обучающиеся по программам бакалавриата и программам специалитета (начиная со 2 курса), программам магистратуры (начиная с 1 курса) по специальностям и направлениям подготовки

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации

««Интеграция биоинформатики и цифровых технологий в аграрную науку»

г. Ставрополь, 2026 год

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации **«Интеграция биоинформатики и цифровых технологий в аграрную науку»** рассмотрена учебно-методической комиссией Института непрерывного образования (протокол № __ от _____ 20__г.).

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Нормативные правовые основания разработки программы:

– Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 24.03.2025 г. №266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;

– Постановление Правительства Российской Федерации от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 февраля 2025 г. № 169 «О реализации проекта «Цифровые кафедры» образовательными организациями высшего образования – участниками программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»;

– Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министерством образования и науки Российской Федерации 22 января 2015 г. № ДЛ-1/05вн).

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, направление – 09.03.02 Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата) (утвержден приказом министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 926.

– Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 октября 2020 г. № 1316 «Об утверждении порядка разработки дополнительных профессиональных программ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, и дополнительных профессиональных программ в области информационной безопасности» (далее – приказ Минобрнауки России № 1316);

– Приказ Минцифры России от 29.12.2023 № 1180 «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» и «Обеспечение доступа в Интернет за счет развития спутниковой связи» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», а также внесении изменений в некоторые приказы Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации об утверждении методик расчета показателей

федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (далее – приказ Минцифры России № 1180);

– Приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;

– Паспорт федерального проекта «Университеты для поколения лидеров» национального проекта «Молодежь и дети»;

– Паспорт федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»;

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО), направление – 35.03.04 «Агрономия» (уровень бакалавриата) (утвержден приказом министерства науки и высшего образования Российской федерации от 26 июля 2017 года № 699);

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО), направление – 35.04.04 «Агрономия» (уровень магистратура) (утвержден приказом министерства науки и высшего образования Российской федерации от 26 июля 2017 года № 708);

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО), направление – 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза (уровень бакалавриата) (утвержден приказом министерства науки и высшего образования Российской федерации от 19 сентября 2017 года № 939);

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО), направление – 36.04.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза (утвержден приказом министерства науки и высшего образования Российской федерации от 28 сентября 2017 года № 982);

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО), направление – 36.03.02 Зоотехния (утвержден приказом министерства науки и высшего образования Российской федерации от 22 сентября 2017 г. № 972);

– профессиональный стандарт «Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами» (код 40.178, регистрационный № 1003), утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 октября 2021 г. № 723н.

Программа разработана с учётом отдельных положений профессионального стандарта «Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами» (код 40.178), утверждённого приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 октября 2021 г. № 723н, в части формирования базовых знаний и умений по моделированию систем автоматического контроля и управления технологическими процессами.

Трудоемкость (час)

Дистанционные занятия, из них:	**9**
- Лекции	4
- Практические, лабораторные и семинарские занятия	5
Самостоятельная работа слушателей	**7**
Итоговая аттестация	**2**
ВСЕГО:	18

Категория слушателей: обучающиеся по программам бакалавриата и программам специалитета (начиная со 2 курса), программам магистратуры (начиная с 1 курса) по специальностям и направлениям подготовки.

Срок обучения: 24 часа (1 неделя)

Форма обучения: очная (с применением дистанционных образовательных технологий)

1.1. Цель и задачи программы

1.1.1. Цель реализации программы

Целью реализации представленной программы является формирование комплекса профессиональных компетенций, а также повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации в области биоинформатики и цифровых технологий, которые позволят начать карьеру в этой области с нуля, освоить ключевые инструменты программирования для решения профессиональных задач, научится анализировать и размечать большие данные и самостоятельно разрабатывать и запускать процессы автоматизации анализа больших данных.

1.1.2. Задачи программы:

1. Сформировать навыки работы в терминале Linux и выполнения основных операций с файлами, каталогами и данными в командной строке;
2. Освоить базовые методы описательной статистики и статистического анализа биологических данных;
3. Научиться рассчитывать основные статистические показатели с использованием надстройки «Анализ данных» в программе Excel;
4. Сформировать понимание организации геномов эукариот и умение применять эти знания при решении прикладных задач (включая подбор праймеров);
5. Освоить принципы NGS-секвенирования и основные этапы анализа NGS-данных;
6. Сформировать представление о фрагментном анализе и умение интерпретировать его результаты;

7. Научиться выбирать и применять методы фенотипирования растений, а также использовать простые скрипты на Python для обработки и анализа данных.

1.2. Планируемые результаты обучения

Формируемые компетенции	Показатели освоения компетенции		
	Знания	**Умения**	**Практический опыт**
Применяет языки программирования для решения профессиональных задач под контролем более опытных специалистов	Знать синтаксис Python, функции, классы, модули, работа с файлами, исключения, виртуальные окружения (З 1) Знать основы молекулярной диагностики, NGS-концепции (покрытие, качество чтений); форматы лабораторных отчётов (З 2)	Навыки работы с табличными данными (У1)	Разработка скриптов автоматизации на Python для лабораторной аналитики (ОПД 1)
Анализирует большие данные в проектах под контролем опытных специалистов	Теоретические и прикладные основы анализа больших данных (З 4) Технологии анализа данных: статистический анализ, методы сравнения средних (З 5)	Планировать аналитические работы с использованием технологий больших данных (У2)	Выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для проведения аналитических работ (ОПД 2) Разработка, поверка, оценка используемых моделей больших данных (ОПД 3)
Размечает данные, связанные с производственной деятельностью, с посторонней помощью	Теоретические и прикладные основы анализа больших данных (З 5)	Проводить аналитические работы с использованием технологий больших данных (У3)	Размечает данные, связанные с производственной деятельностью, с посторонней помощью (ОПД 4)

Документ, выдаваемый по результатам освоения программы: лицам, успешно освоившим дополнительную профессиональную программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

1.3. Учебный план

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации **«Интеграция биоинформатики и цифровых технологий в аграрную науку»**

№ п/п	Наименование разделов / модулей / тем	Всего (час)	Дистанционное обучение (в том числе)		СРС	Промежуточная / Итоговая аттестация
			Лекции	Практические занятия, лабораторные, семинары		
1.	Терминал Linux. Основные Linux-команды.	**2**	1	-	1	-
2.	Статистический анализ биологических данных.	**3**	1	1	1	-
3.	Расчет основных статистических показателей с использованием надстройки Анализ данных в программе Excel.	**3**	-	1	2	-
4.	Организация геномов эукариот.	**3**	1	1	1	-
5.	Анализ данных NGS-секвенирования. NGS-секвенирование.	**2**	-	1	1	-
6.	Фрагментный анализ.	**3**	1	1	1	-
	Итоговая аттестация	**2**	-	-	-	Зачет
	Итого:	**18**	**4**	**5**	**7**	-

1.4. Учебно-тематический план

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации **«Интеграция биоинформатики и цифровых технологий в аграрную науку»**

№ п/п	Наименование разделов / модулей / тем	Всего (час)	Дистанционное обучение (в том числе)		СРС	Промежуточная / Итоговая аттестация
			Лекции	Практические занятия, лабораторные, семинары		
1.	Терминал Linux. Основные Linux-команды.	**2**	1	-	1	-
2.	Статистический анализ биологических данных.	**3**	1	1	1	-
3.	Расчет основных статистических показателей с использованием надстройки Анализ данных в программе Excel.	**3**	-	1	2	-

4.	Организация геномов эукариот.	**3**	1	1	1	-
5.	Анализ данных NGS-секвенирования. NGS-секвенирование.	**2**	-	1	1	-
6.	Фрагментный анализ.	**3**	1	1	1	-
	Итоговая аттестация	**2**	-	-	-	Зачет
	Итого:	**18**	**4**	**5**	**7**	-

1.5. Календарный учебный график

Период обучения (недели/дни) *	Наименование модуля (раздела, темы)
1 день	Тема 1. Терминал Linux. Основные Linux-команды. (2 ч) Тема 2. Статистический анализ биологических данных. (4 ч)
2 день	Тема 3. Расчет основных статистических показателей с использованием надстройки Анализ данных в программе Excel. (4 ч)
3 день	Тема 4. Обзор языка Python. Введение и основы синтаксиса. (2 ч) Тема 5. Организация геномов эукариот. (4 ч)
4 день	Тема 6. Анализ данных NGS-секвенирования. NGS-секвенирование. (2 ч) Тема 7. Фрагментный анализ. (1 ч) Тема 8. Методы фенотипирования в растениеводстве (3 ч)
*Точный порядок реализации модулей (дисциплин) обучения определяется в расписании занятий	

1.6. Рабочая программа

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации **«Интеграция биоинформатики и цифровых технологий в аграрную науку»**

Тема 1. Терминал Linux. Основные Linux-команды (2 часа)

Перечень тем для дистанционного (электронного) обучения

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
1. Терминал Linux. Основные Linux-команды	Лекция – целостное представление о возможностях терминала Linux, нолучение практического инструмента для научной работы и профессионального развития в сфере биоинформатики.	1

Самостоятельная работа

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
1. Терминал Linux. Основные Linux-команды	Отработка основных команд терминала Linux: создание, копирование, перемещение и удаление файлов и каталогов; просмотр содержимого; навигация по файловой системе.	1

Тема 2. Статистический анализ биологических данных (3 часа)

Перечень тем для дистанционного (электронного) обучения

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
2. Статистический анализ биологических данных	Лекция – базовые компетенции для корректного применения статистических методов при обработке и интерпретации результатов биологических исследований.	1
	Практические занятия: Методы изучения изменчивости признака (средняя величина, мода, медиана, средняя арифметическая, гармоническая, кубическая, среднее квадратическое отклонение).	1

Самостоятельная работа

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
2. Статистический анализ биологических данных	Самостоятельный расчёт основных статистических показателей и интерпретация результатов на примере биологических и сельскохозяйственных данных.	1

Тема 3. Расчет основных статистических показателей с использованием надстройки Анализ данных в программе Excel (3 часа)

Перечень тем для дистанционного (электронного) обучения

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
3. Расчет основных статистических показателей с использованием надстройки Анализ данных в программе Excel	Практические занятия: Расчет основных статистических показателей с использованием надстройки Анализ данных в программе Excel.	1

Самостоятельная работа

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
3. Расчет основных статистических показателей с использованием надстройки Анализ данных в программе Excel	Электронные таблицы для обработки биологических и сельскохозяйственных данных. Расчёт основных статистических показателей в Excel на реальных биологических и сельскохозяйственных данных. Построение таблиц и диаграмм.	2

Тема 4. Организация геномов эукариот (3 часа)

Перечень тем для дистанционного (электронного) обучения

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
4. Организация геномов эукариот	Лекция – целостное представление об архитектуре эукариотического генома и о том, как особенности этой архитектуры определяют методы их изучения в современной биологии и биоинформатике.	1

	Практические занятия: Правила подбора праймеров.	1

Самостоятельная работа

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
4. Организация геномов эукариот	Подбор праймеров.	1

Тема 5. Анализ данных NGS-секвенирования. NGS-секвенирование (2 часа)

Перечень тем для дистанционного (электронного) обучения

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
5. Анализ данных NGS-секвенирования. NGS-секвенирование	Практические занятия: Принципы NGS-секвенирования. Платформы (Illumina, Ion Torrent и др.). Длина ридов, покрытие, парные чтения, мультиплексирование. Форматы данных (FASTQ, SAM/BAM). Контроль качества (FastQC). Картирование на референсный геном.	1

Самостоятельная работа

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
5. Анализ данных NGS-секвенирования. NGS-секвенирование	Поиск референсного генома. Оценка качества ридов. Базовые этапы обработки NGS-данных.	1

Тема 6. Фрагментный анализ (3 час)

Перечень тем для дистанционного (электронного) обучения

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
6. Фрагментный анализ	Лекция – целостное представление о принципах, технических особенностях и практическом применении фрагментного анализа (преимущественно на базе капиллярного электрофореза с флуоресцентной детекцией) для грамотного планирования экспериментов, интерпретации электроферограммы и корректной постановки задачи как в лабораторной, так и в биоинформатической части работы.	1
	Практические занятия: Анализ результатов фрагментного анализа.	1

Самостоятельная работа

№, Тема	Вопросы, раскрывающие содержание темы	Часы
6. Фрагментный анализ	Интерпретация электроферограмм. Планирование эксперимента по фрагментному анализу.	1

1.7. Организационно-педагогические условия реализации программы

К проведению занятий по программе повышения квалификации допускаются штатные преподаватели вуза (совместители внутренние и внешние) с соответствующей квалификацией преподаваемых дисциплин, а также преподаватели, привлеченные по договору возмездного оказания образовательных услуг физическим лицом, имеющих среднее профессиональное или высшее образование и стаж работы не менее 3 лет в сфере преподаваемых дисциплин.

1.7.1. Материально-технические условия реализации программы

При реализации программы с использованием дистанционных образовательных технологий и (или) электронного обучения Университет обеспечивает функционирование информационно-образовательной среды, включающей в себя электронные информационные и образовательные ресурсы, совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, и обеспечивающую освоение слушателями образовательных программ полностью или частично независимо от места нахождения учащихся: каналы связи, компьютерное оборудование, периферийное оборудование, программное обеспечение.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	**Вид занятий**	**Наименование оборудования, программного обеспечения**
Образовательная платформа https://edu.copp26.ru/	Лекции	Персональный компьютер с доступом к сети Интернет
	Практические занятия	Персональный компьютер с доступом к сети Интернет
	Самостоятельная работа	Персональный компьютер с доступом к сети Интернет

1.7.2. Учебно-методическое обеспечение программы

Учебно-методическое обеспечение программы включает:

- рабочую программу,
- онлайн-курс **«Интеграция биоинформатики и цифровых технологий в аграрную науку»** https://edu.copp26.ru/course/view.php?id=6210 (глоссарий, видеолекции, видео практических занятий, презентационный материал по изучаемым темам, конспекты лекций, методические указания к практическим занятиям, методические указания для самостоятельной работы, итоговое тестирование).

1.7.3. Кадровые условия реализации программы

Реализация программы обеспечивается педагогическими работниками, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы на иных условиях. Квалификация педагогических работников должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах (при наличии).

К проведению занятий по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации допускаются штатные преподаватели вуза (совместители внутренние и внешние) с соответствующей квалификацией преподаваемых дисциплин, а также преподаватели, привлеченные по договору возмездного оказания образовательных услуг физическим лицом, имеющих среднее профессиональное или высшее образование и стаж работы не менее 3 лет в сфере преподаваемых дисциплин.

1.8. Список рекомендуемой литературы

а) основная литература

1. Казакова, В. В. Биоинформатика и геномика: учебное пособие / В. В. Казакова. - Краснодар: КубГАУ, 2024.
2. Смиряев, А. В. Основы биоинформатики: учебное пособие для магистров по направлению «Агрономия» / А. В. Смиряев, Л. К. Панкина. - Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2008.
3. Якимов, В.Н. Основы анализа биомедицинских и экологических данных в среде R. часть 1: Учебное пособие. – Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 97 с.
4. Якимов, В.Н. Основы анализа биомедицинских и экологических данных в среде R. Часть 2: Учебное пособие. – Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 168 с.

б) дополнительная литература:

1. Афонников, Д. А. Компьютерные методы высокопроизводительного фенотипирования растений: автореферат дис. … д-ра биол. наук / Д. А. Афонников. - 2023.
2. Брагинский, М. Я. Фенотипирование растений адаптивной системой обработки изображений на базе свёрточных нейронных сетей / М. Я. Брагинский // Научная статья в электронной библиотеке «КиберЛенинка». - URL: https://cyberleninka.ru.
3. Мастицкий С. Э., Шитиков В. К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. М.: ДМК Пресс, 2015. 496 с.
4. Кабаков, Р. И. R в действии: Анализ и визуализация данных в программе R. - М.: ДМК Пресс, 2014. 580 с.
5. R Project: The R Project for Statistical Computing / R Foundation for Statistical Computing. URL: http://cran.r-project.org/.
6. CRAN: The Comprehensive R Archive Network / R Foundation for Statistical Computing. URL: http://cran.r-project.org/.
7. R Studio web-site. URL: http://www.rstudio.com/.
8. Agricultural Bioinformatics / ed. by Kavi Kishor P. B., Bandopadhyay R., Suravajhala P. - Springer. - Текст: электронный // SpringerLink. - URL: link.springer.com.

1.9. Формы аттестации

Итоговая аттестация - зачёт проводится в виде тестирования. Оценка качества освоения программы осуществляется аттестационной комиссией. По результатам итоговой аттестации выставляется отметка по двухбалльной системе: «зачтено» или «не зачтено». Зачет получают слушатели, правильно ответившие на 65% тестовых вопросов.

Слушатель считается аттестованным, если показал освоение планируемых результатов (умения, навыки, компетенции), предусмотренных программой.

1.9.1 Промежуточная аттестация по программе не предусмотрена.

1.9.2 Итоговая аттестация

Освоение программы завершается итоговой аттестацией. Итоговая аттестация проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки слушателей. Итоговая аттестация является обязательной для слушателей.

Итоговая аттестация проводится в форме экзамена.

К итоговой аттестации допускаются слушатели, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебно-тематический план программы. Порядок прохождения итоговой аттестации определяется локальными нормативными актами образовательной организации.

2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы обеспечивают проверку достижения планируемых результатов обучения по программе и используются в процедуре текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (при наличии) и итоговой аттестации.

2.1. Промежуточная аттестация по программе не предусмотрена

2.2. Итоговая аттестация

Освоение программы завершается итоговой аттестацией.

Примерное задание для итоговой аттестации:

1.Какая команда используется для вывода содержимого файла на экран?

a. Mkdir
b. cat
c. rm
d. cd
e. ls

2. Как перейти в домашнюю директорию пользователя в Linux?

a. cd/
b. cd..

c. cd ~
d. cd .
e. cd home

3. Какая команда показывает текущую рабочую директорию?
a. pwd
b. dir
c. where
d. path
e. locate

4.
Какие операции относятся к базовым операциям ввода/вывода в Python ?
a. input() для чтения данных от пользователя
b. print() для вывода данных на экран
c. readline() напрямую без открытия файла
d. open() для работы с файлами в связке с контекстным менеджером with
e. sys.exit() для вывода сообщений об ошибках
f. len() для подсчёта символов при вводе

5. Пакет Biopython используется для:
a. Анализа биологических последовательностей
b. Работы с форматами FASTA, GenBank и др.
c. Проведения ПЦР в лаборатории
d. Выполнения парного и множественного выравнивания
e. Физического секвенирования ДНК

6.
Какие форматы данных чаще используются при работе с табличными данными?
a. CSV
b. TSV
c. FASTA
d. Excel (XLS/XLSX)
e. BAM
f. SAM

7. Форматы файлов, характерные для NGS-секвенирования:
a. FASTA (последовательности)
b. FASTQ (последовательности + качество)
c. SAM/BAM (картирование ридов)

d. CSV/TSV (только для итоговых таблиц)
e. XML (основной формат для сырых чтений)
f. PDF (для хранения ридов)

8. Контроль качества NGS-чтений проводят с помощью:
a. FastQC
b. Trimmomatic (обрезка низкокачественных участков)
c. BWA-MEM (картирование)
d. Bowtie2 (картирование)
e. MEGA (филогенетический анализ)
f. ClustalW (множественное выравнивание)

9. Картирование ридов на референсный геном выполняют с помощью:
a. BWA-MEM
b. Bowtie2
c. FastQC
d. Trimmomatic
e. UGENE (может включать инструменты картирования)
f. Primer-BLAST

10. При подборе праймеров для ПЦР важно учитывать:
a. Температуру плавления
b. Возможность образования димеров праймеров
c. Специфичность к целевой последовательности
d. Длину праймера (обычно 18–25 нуклеотидов)
e. Наличие UTR в праймере как обязательное условие
f. Использование исключительно GC-богатых последовательностей

11. Виртуальная ПЦР позволяет:
a. Предсказать продукты ПЦР *in silico*
b. Проверить специфичность праймеров к референсному геному
c. Заменить реальную ПЦР в лаборатории
d. Определить точную температуру отжига без учёта буфера
e. Подобрать рестриктазы к последовательности напрямую
f. Автоматически синтезировать праймеры

12. Методы фенотипирования в растениеводстве могут включать:
a. Цифровую съёмку и анализ изображений
b. Использование сенсоров и IoT-устройств
c. Интеграцию с ПЛК и SCADA-системами
d. Анализ морфометрических параметров (высота, площадь листа и т. д.)
e. Исключительно органолептическую оценку (на глаз)
f. Отказ от любых программных средств

13. Что в статистике понимают под генеральпой совокупностью?

а) Все возможные объекты, которые потенциально могут быть изучены в рамках задачи.

б) Выборка из части объектов, отобранных для эксперимента.

в) Только те объекты, по которым уже собраны данные.

г) Среднее значение признака по всем объектам выборки.

14. Вы проводите оценку урожайности пшеницы на поле и измеряете 50 растений. Эти 50 растений — это:

а) Генеральная совокупность.

б) Выборочная совокупность.

в) Интервальный ряд.

г) Вариационный ряд.

15. Размах вариации — это:

а) Разница между максимальным и минимальным значением.

б) Среднее отклонение от среднего.

в) Квадрат стандартного отклонения.

г) Процентное отношение среднего к медиане.

16. Стандартное отклонение показывает:

а) Насколько значения признака в среднем отклоняются от среднего.

б) Насколько среднее отличается от медианы.

в) Сколько процентов значений попадает в интервал.

г) Насколько данные асимметричны.

17. Для проверки, отличается ли средняя концентрация ДНК в двух разных партиях образцов, чаще всего используют:

а) Критерий хи-квадрат.

б) t-критерий Стьюдента.

в) Коэффициент корреляции.

г) Критерий Колмогорова-Смирнова.

18. В агрономическом эксперименте вы сравниваете урожайность на 4 разных сортах пшеницы. Какой статистический метод лучше подходит для проверки, есть ли различия между сортами?

а) t-критерий для двух выборок.

б) Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA).

в) Корреляционный анализ.

г) Регрессионный анализ.

19. После ANOVA вы обнаружили статистически значимые различия. Что нужно сделать дальше, чтобы понять, какие именно группы отличаются?

а) Провести пост-хок тесты (например, Тьюки).

б) Пересчитать среднее.
в) Построить гистограмму.
г) Использовать критерий хи-квадрат.

20. Р-значение 0,03 при уровне значимости 0,05 означает, что:
а) Нулевая гипотеза отвергается: различия статистически значимы.
б) Нулевая гипотеза принимается: различий нет.
в) Эффект очень сильный.
г) Ошибка первого рода равна 3 %.

21. В биологическом эксперименте важно учитывать множественные сравнения (например, при анализе сотен генов или маркеров), потому что:
а) Иначе возрастает риск ложноположительных результатов (ошибок I рода).
б) Иначе среднее будет смещено.
в) Иначе нельзя использовать t-критерий.
г) Иначе данные будут ненормально распределены.

22. Для оценки связи между рангами (например, «ранг устойчивости к засухе» и «ранг урожайности») лучше использовать:
а) Коэффициент Пирсона.
б) Коэффициент Спирмена.
в) t-критерий.
г) ANOVA.

23. Вы хотите предсказать урожайность (кг/га) по таким признакам, как температура, осадки и доза удобрений. Подходящий метод:
а) Линейная регрессия.
б) Критерий Манна-Уитни.
в) Критерий хи-квадрат.
г) Медиана и межквартильный размах.

Ключ-тест к зачету (тестирование)

№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ
1	b	8	a	15	a	22	б
2	c	9	a, b, e	16	a	23	a
3	a	10	a, b, c, d	17	б		
4	a, b, d	11	a	18	б		
5	a, b, d	12	a, b, d	19	a		
6	a, b, d	13	a	20	a		
7	a, b, c, d	14	б	21	a		

Разработчики программы:

Ковалева Ирина Аркадьевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований и селекции растений Института аграрной генетики и селекции, заведующая лабораторией ПЦР-диагностики НПЦ Агробиотехнологий ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» (Темы 2, 5-8; итоговая аттестация)

Волынкина Анна Сергеевна – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией диагностики вирусных инфекций ФКУЗ Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт (Темы 1; Итоговая аттестация)

Шапаков Николай Андреевич – научный сотрудник лаборатории биохимии ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора (Темы 3-4; Итоговая аттестация)

Копытов Владимир Вячеславович – ООО «Инфоком-С», генеральный директор (Итоговая аттестация)