



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)

УТВЕРЖДЕНА:

Проректор по учебной работе

Е.В. Хохлова

Приказ № 484

от «11»

2024 г.



Дополнительная профессиональная программа
(программа профессиональной переподготовки)

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В
АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ

(наименование программы)

Сельское хозяйство и агропромышленный комплекс

Москва 2024 г.

Аннотация

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки ИТ-профиля (далее – Программа) предназначена для обучающихся по специальностям и направлениям подготовки, не отнесённым к ИТ-сфере.

Целью профессиональной переподготовки является получение актуальной для сельского хозяйства и агропромышленного комплекса дополнительной ИТ-квалификации «Специалист по большим данным» для целевой группы обучающихся.

Программа не предусматривает возможность выбора обучающимися модулей для освоения.

Нормативный срок освоения программы 252 часа при очно-заочной форме подготовки (с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий).

Авторы и преподаватели:

Уколова А.В., и.о. заведующего кафедрой статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, канд. экон. наук;

Поливанова О.Б., доцент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.б.н.;

Демичев В.В., доцент кафедры статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, канд. экон. наук;

Хлебникова Д.А., доцент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.б.н.;

Титов А.Д., ассистент кафедры статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Невзоров А.С., ассистент кафедры статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Токарев В.С., ассистент кафедры статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Сумин А. В., ассистент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Дзюба Дмитрий Владимирович, Старший аналитик ЗАО «Консультант Плюс»;

Барышникова Мария Михайловна, Заместитель генерального директора по развитию ИТ-систем и информационной безопасности ООО «Корпорации «Строй Инвест Проект М», канд. экон. Наук;

Чередниченко Михаил Юрьевич, доцент, доцент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Содержание

Аннотация	2
I. Общие положения.....	4
1. Нормативная правовая основа Программы:	4
2. Термины, определения и используемые в Программе сокращения.....	5
3. Требования к поступающим.....	7
II. Планируемые результаты обучения и структура Программы.....	9
Структура образовательных результатов.....	11
Структура Программы.....	14
III. Учебный план Программы.....	15
IV. Календарный учебный график.....	16
V. Рабочие программы модулей (курсов, дисциплин)	18
VI. Итоговая аттестация по Программе.....	61
VII. Завершение обучения по Программе.....	70

I. Общие положения

1. Нормативная правовая основа Программы:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического лидерства «Приоритет-2030»;
- паспорт федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»;
- 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 Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» (с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 15 ноября 2013 г. № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499»);
- приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;
- методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки России 22 января 2015 г. № ДЛ-1/05вн);
- 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» [указать при необходимости];
- приказ Минобрнауки России 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»;
- федеральный государственный образовательный стандарт 09.03.02 Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 926, (далее вместе – ФГОС ВО);

– профессиональный стандарт «Специалист по большим данным», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 6 июля 2020 года N 405н.

2. Термины и определения, используемые в Программе

Дополнительная ИТ-квалификация – квалификация, приобретаемая в ходе освоения Программы обучающимися:

1) специальностей и направлений подготовки, отнесённых к ИТ-сфере, – в части формирования навыков использования и формирования цифровых компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности в соответствии с перечнем областей цифровых компетенций согласно приложению 1 к Методике расчета показателя «Количество обученных, получивших дополнительную ИТ-квалификацию на «цифровых кафедрах», утверждённой приказом Минцифры России № 1180 (далее – Методика расчета Показателя);

2) специальностей и направлений подготовки, не отнесённых к ИТ-сфере, – в области создания алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.

Специальности и направления подготовки, отнесённые к ИТ-сфере, – специальности и направления подготовки, перечисленные в перечне направлений подготовки (бакалавриат) и специальностей (специалитет) высшего образования в приложении 2 к Методике расчета Показателя.

Специальности и направления подготовки, не отнесённые к ИТ-сфере, – специальности и направления подготовки (бакалавриат, специалитет, магистратура, ординатура), не указанные в перечне направлений подготовки (бакалавриат) и специальностей (специалитет) высшего образования в приложении 2 к Методике расчета Показателя.

Цифровая компетенция (компетенция) – образовательный результат, формируемый при освоении Программы, необходимый для приобретения дополнительной ИТ-квалификации и выражающийся в осуществлении деятельности в области создания алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения, выполнении нового вида профессиональной деятельности.

Целевой уровень сформированности компетенций – установленный Программой уровень сформированности компетенций в соответствии с Матрицей компетенций, актуальных для цифровой экономики, с приоритетом компетенций в ИТ-сфере.

Матрица цифровых компетенций – матрица компетенций, актуальных для цифровой экономики, с приоритетом компетенций в ИТ-сфере, разработанная Университетом Иннополис при участии ИТ-компаний и университетов-участников программы «Приоритет-2030», представляющая собой перечень компетенций, структурированный по сферам применения, типу компетенций, уровням их сформированности и характеристикам.

Знание (З) – информация о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, правилах использования этой информации для принятия решений,

присвоенная обучающимся на одном из уровней, позволяющих выполнять над ней мыслительные операции.

Умение (У) – освоенный субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков; операция (действие), выполняемая определенным способом и с определенным качеством.

Опыт практической деятельности (ОПД) – образовательный результат, включающий выполнение обучающимся деятельности, завершающейся получением результата / продукта (элемента продукта), значимого при выполнении трудовой функции, в условиях реального производства или в модельной ситуации.

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки (Программа) – комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных курсов, дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, а также программ учебной и производственной практик, стажировок и форм аттестации, иных компонентов и обеспечивает приобретение дополнительной квалификации. Программа может разрабатываться с учетом положений профессиональных стандартов, федеральных государственных образовательных стандартов, требований рынка труда (индустрии).

Рабочая программа – нормативный документ в составе Программы, регламентирующий взаимодействие преподавателя и обучающихся в ходе учебного процесса при реализации структурных элементов Программы (модуль, дисциплина, курс).

Профессиональный модуль (ПМ) – структурный элемент Программы, предназначенный для формирования определенных компетенций.

Учебная дисциплина (УД) – структурный элемент Программы, предназначенный для формирования знаний и умений в соответствующей сфере профессиональной деятельности.

Междисциплинарный курс (МДК) – структурный элемент Программы или программы профессионального модуля, предназначенный для формирования знаний и умений, объединенных по прагматическим основаниям с нарушением академических границ отраслей знаний.

Практика (практическая подготовка) – форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенции по профилю соответствующей образовательной программы.

Стажировка – формирование и закрепление полученных в результате теоретической подготовки профессиональных знаний и умений в рамках выполнения практических заданий (функций) на базе профильной компании (организации). Допускается заключение срочных трудовых договоров, предусматривающих прохождение обучающимся оплачиваемой стажировки. Время прохождения стажировки целесообразно учитывать в качестве учебной или производственной практики.

Электронное обучение – организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников.

Дистанционные образовательные технологии – это образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно- телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Фонды оценочных средств (ФОС) – совокупность оценочных средств, используемых на различных этапах педагогической диагностики.

Оценочные средства (ОС) – дидактические средства для оценки качества подготовленности обучающихся.

Оценка цифровых компетенций (ассесмент) – проводимая на платформе Минцифры России оценка уровня сформированности цифровых компетенций, состоящая из трёх этапов:

1) входная оценка – оценка входного уровня цифровых компетенций обучающихся, которая проводится на этапе зачисления и начала обучения по Программе.

2) промежуточная оценка – это оценка уровня сформированности цифровых компетенций обучающихся, которая проводится в процессе обучения по Программе.

3) итоговая оценка – оценка достижения обучающимися целевого уровня сформированности цифровых компетенций, которая проводится на этапе завершения обучения по Программе.

3. Требования к поступающим

К обучению по Программе допускаются обучающиеся по очной или по очно-заочной форме за счет бюджетных средств или по договорам об оказании платных образовательных услуг, освоившие программы бакалавриата в объеме не менее 1 курса (бакалавры 2 курса) и программы магистратуры (магистры) по специальностям и направлениям подготовки, не отнесённым к ИТ-сфере, по специальностям и направлениям подготовки УГСН 35.00.00 Сельское, лесное и рыбное хозяйство.

4. Квалификационная характеристика выпускника

Выпускникам Программы присваивается дополнительная ИТ-квалификация в области формирования навыков использования и формирования цифровых компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности.

Выпускник Программы будет готов к выполнению трудовой деятельности «Специалист по большим данным» в качестве «Аналитик данных».

Квалификационный уровень по национальной рамке квалификаций: 3

II. Планируемые результаты обучения и структура Программы

Получение дополнительной ИТ-квалификации для обучающихся по специальностям и направлениям подготовки, не отнесённым к ИТ-сфере обеспечивается формированием приведённых в таблице цифровых компетенций:

Наименование сферы	ID и наименование компетенции	Инструменты профессиональной деятельности	Целевой уровень формирования компетенций в Программе			
			Минимальный (исходный)	Базовый	Продвинутый	Экспертный
Связь, информационные и коммуникационные технологии	ID-9 – Применяет стандарты и методики проектного управления	Ред Майнд, Битрикс24, МирО	-	Применяет базовые понятия классических и гибких подходов в проектном управлении	-	-
Большие данные	ID 270, Использует большие данные в технологических процессах производства, переработки и реализации продукции сельского хозяйства «от поля до прилавка»	Aerospike, BI/OLAP, DW, Hadoop, Kafka, Spark, Storm	Не использует большие данные в технологических процессах производства, переработки и реализации продукции сельского хозяйства «от поля до прилавка»	Анализирует большие данные в проектах под контролем опытных специалистов в технологических процессах производства, переработки и реализации продукции сельского хозяйства «от поля до прилавка»	Выполняет проекты по анализу больших данных в технологических процессах производства, переработки и реализации продукции сельского хозяйства «от поля до прилавка». Создает и поддерживает отказоустойчивые решения в ИТ-системах	-
Искусственный интеллект и машинное обучение	ID 37, Применяет Искусственный интеллект и машинное обучение	СИЛЕРО, BigML, Dataiku, H2O.ai, KNIME, NVIDIA Jetson, DataRobot, ГОСТ Р 59921.0.-2022, ГОСТ Р 59921-2021	Не применяет Искусственный интеллект и машинное обучение	Участствует в проектах применения искусственного интеллекта и машинного обучения под контролем опытных специалистов	Разрабатывает отдельные части проектов по применению искусственного интеллекта и машинного обучения	-

Средства программной разработки	ID 28, Применяет языки программирования для решения профессиональных задач	PIX Процессы, PIX RPA, PIX BI, Bash, 1C, Go, Haskel, Java, JavaScript, Kotlin, PHP, Python, R, C++, C#	Не применяет языки программирования для решения профессиональных задач	Применяет языки программирования для решения профессиональных задач под контролем более опытных специалистов	Самостоятельно применяет языки программирования. Использует настраиваемые программные инструменты для автоматизации процессов в профессиональной деятельности.	-
---------------------------------	--	--	--	--	--	---

Структура образовательных результатов

Формирование цифровых компетенций, необходимых для получения обучающимися дополнительной ИТ-квалификации, обеспечивается последовательным формированием промежуточных образовательных результатов, начиная со знаний.

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
ID-9 – Применяет стандарты и методики проектного управления, Базовый	ОПД1 – создание и корректировка иерархической структуры работ	У1 – способен определять основные этапы проекта, разрабатывать устав проекта, описывать основные роли в проекте, осуществлять мониторинг реализации проекта	З1 – знает стандарты и методики проектного управления, жизненный цикл проекта
ID 270, Продвинутый	ОПД 1 – иметь навыки определения источников больших данных для анализа, идентификация внешних и внутренних источников данных для проведения аналитических работ; получения и фильтрации больших объемов данных из гетерогенных источников; извлечения, проверки и очистки больших объемов данных из гетерогенных источников; выбора методов и инструментальных средств анализа больших данных в агробιοтехнологии; разработки, проверки, оценки используемых моделей больших данных в агробιοтехнологии; адаптации и развертывания моделей больших данных, работы с биотехнологическим оборудованием.	У 1 – уметь осуществлять взаимодействие с внутренними и внешними поставщиками данных из гетерогенных источников; разрабатывать и оценивать модели больших данных; использовать инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обработки данных из разнородных источников, в том числе в режиме реального времени; производить очистку данных для проведения аналитических работ; проводить интеграцию и преобразование больших объемов данных; оценивать соответствие наборов данных задачам анализа больших данных; подбирать состав питательных сред с использованием возможностей искусственного интеллекта, организовывать производство асептического растительного	З 1 – Знать предметную область анализа; теоретические и прикладные основы анализа больших данных; современные методы и инструментальные средства анализа больших данных; современный опыт использования анализа больших данных; типы больших данных: метаданные, полуструктурированные, структурированные, неструктурированные; виды источников данных: созданные человеком, созданные машинами; источники информации, в том числе информации, необходимой для обеспечения деятельности в предметной области заказчика исследования; методы извлечения информации и знаний из гетерогенных, мультиструктурированных, неструктурированных источников, в том числе при потоковой обработке;

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
		материала.	технологии хранения и обработки больших данных в организации: базы данных, хранилища данных, распределенная и параллельная обработка данных, вычисления в оперативной памяти; принципы подбора питательных сред; принцип организации производства асептического растительного материала; процессы и аппараты биотехнологического производства.
ID 37, Продвинутый	ОПД 2 – Иметь навыки использования типовых средств разработки интеллектуальных систем; анализа и разработки алгоритмов машинного обучения; находить и оценивать возможности применения систем искусственного интеллекта для решения прикладных задач, связанных с агробиотехнологиями; самостоятельно проектировать и реализовывать интеллектуальные информационные системы в области агробиотехнологий, основанные на современных технологиях машинного обучения и обработки больших данных.	У 2 – Уметь определять круг задач в области агробиотехнологии, для решения которых эффективно использовать методы искусственного интеллекта, в том числе машинного обучения, проектировать, разрабатывать и использовать модели машинного обучения для решения задач в области агробиотехнологии; оценивать качество моделей машинного обучения.	З 2 – Знать основные понятия и парадигмы теории искусственного интеллекта и машинного обучения; основные модели и алгоритмы машинного обучения и обработки больших данных; основные принципы разработки и оценки систем машинного обучения; основные задачи в области агробиотехнологии, для решения которых полезно использование методов машинного обучения и обработки больших данных.
ID 28, Продвинутый	ОПД 3 – Иметь навыки использования средств языков программирования Python и R для решения практических задач; подбора наиболее релевантного алгоритма для решения практических задач, компьютерного программирования генов и мишеней микроРНК, поиска	У 3 – Уметь использовать операторы и базовые структуры данных языков программирования Python и R при решении задач; подбирать наиболее подходящие алгоритмы при решении задач на языках программирования Python и R, анализировать данные	З 3 – Знать базовые операторы и структуры данных языка Python и R; реализацию основных алгоритмов на языке Python и R, иерархическую организацию структуры белка и алгоритмы ее предсказания, молекулярную структуру генов и их

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
	генов с помощью компьютерных алгоритмов.	секвенирования, использовать биоинформатические ресурсы для изучения регуляции экспрессии генов, моделировать трехмерную структуру белка на основе аминокислотной последовательности.	хромосомную организацию, методы секвенирования генов и геномов, способы регуляции экспрессии генов.

Структура Программы

Структура Программы регулирует образовательные траектории обучающихся, последовательность освоения структурных элементов (разделов) Программы, соответственно, последовательность формирования всех образовательных результатов.

Структурные элементы (разделы Программы)	Шифры образовательных результатов	Вариатив / инвариант и целевые группы обучающихся
Общепрофессиональный цикл (ОПЦ)		
1. Управление ИТ-проектами	компетенции ID-9 – Применяет стандарты и методики проектного управления Знания: З1. Умения: У1.	Инвариант для всех групп обучающихся
Практика	опыт практической деятельности: ОПД 1	
2. Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений	ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.	
3. Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии	ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.	Инвариант для всех групп обучающихся
4. Биологическая информация и ее интерпретация	ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.	Инвариант для всех групп обучающихся
5. Основы языка программирования в Python	ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.	Инвариант для всех групп обучающихся
6. Основы языка программирования R	ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.	Инвариант для всех групп обучающихся
7. Методы машинного обучения в Python	ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.	Инвариант для всех групп обучающихся
8. Методы машинного обучения в R	ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.	Инвариант для всех групп обучающихся

III. Учебный план Программы

Объем Программы составляет 252 часов.

Учебный план Программы определяет перечень, последовательность, общую трудоемкость разделов и формы контроля знаний.

Структурные элементы (разделы Программы)	Общая трудоемкость, часов	Обязательная аудиторная учебная нагрузка		Самостоятельная работа, часов	Практики, стажировки, часов	Промежуточная аттестация, часов
		всего, часов	в т.ч. практические занятия, часов			
1. Управление ИТ-проектами	16	10	5	5		1
2. Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений	28	20	10	4		4
3. Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии	26	18	10	4		4
4. Биологическая информация и ее интерпретация	28	20	10	4		4
5. Основы языка программирования в Python	30	22	22	4		4
6. Основы языка программирования R	22	14	10	4		4
7. Методы машинного обучения в Python	29	21	14	4		4
8. Методы машинного обучения в R	28	20	18	4		4
9. Производственная практика	27				27	
10. Ассесмент	6			6		
Итоговая аттестация в формате демонстрационного экзамена (включая подготовку к аттестации)	12	6				6

V. Рабочие программы модулей (курсов, дисциплин)

Рабочие программы разрабатываются для структурных элементов (разделов) Программы, указанных в Структуре Программы и Учебном плане, и содержат:

- перечень тем, включающих лекции, семинары, мастер-классы, практические занятия, самостоятельную работу, консультации и иные виды учебной работы с указанием краткого содержания и трудоёмкости,
- образцы оценочных средств,
- методические материалы для преподавателей и обучающихся,
- сведения о кадровом обеспечении образовательного процесса.

Рабочая программа практики / стажировки предусматривает определение цели и задач практической деятельности обучающихся, площадку (площадки) прохождения практики, задания (индивидуальные или групповые), критерии оценки результатов практической деятельности обучающихся.

Титульный лист



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВПО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

УТВЕРЖДЕНА

Проректор по учебной работе

_____ Е.В. Хохлова

Приказ № _____

от « ____ » _____ 2024 г.

Рабочая программа

Модуля 1. «Управление ИТ-проектами в АПК»

Дополнительной профессиональной программы

(программа профессиональной переподготовки)

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ

(наименование программы)

Москва 2024 г.

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа Управление ИТ-проектами в АПК (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля Методы машинного обучения в агробiotехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 9. Для всех уровней целевого формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

Рабочая программа Управление ИТ-проектами в АПК (приложение к Программе) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля Методы машинного обучения в агробiotехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 9. Для всех уровней целевого формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1	Тема 1. Введение в управление ИТ-проектами в АПК	3
2	Лекция 1. Основные понятия управления ИТ-проектами в АПК <ul style="list-style-type: none"> • Понятие управления ИТ-проектами. Стандарты. • Специфика ИТ-проектов в агропромышленном комплексе • Жизненный цикл ИТ-проектов в АПК • Роли и ответственности в ИТ-проекте • Основные этапы и фазы ИТ-проекта 	1
3	Практическое занятие 1. Разработка структуры жизненного цикла проекта	1
4	Самостоятельная работа 1. Изучение и анализ материалов по основам управления проектами	1
5	Тема 2. Инициация ИТ-проекта	3
6	Лекция 2. Инициация ИТ-проекта <ul style="list-style-type: none"> • Разработка устава ИТ-проекта • Анализ заинтересованных сторон • Формирование команды ИТ-проекта 	1
7	Практическое занятие 2. Создание устава проекта для кейсового проекта	1
8	Самостоятельная работа 2. Подготовка анализа заинтересованных сторон для кейсового ИТ-проекта	1
9	Тема 3. Планирование ИТ-проекта	3
10	Лекция 3. Планирование ИТ-проекта <ul style="list-style-type: none"> • Разработка плана управления ИТ-проектом • Управление временем: составление расписания ИТ-проекта • Управление ресурсами: распределение задач и ресурсов 	1
11	Практическое занятие 3. Разработка иерархической структуры работы (WBS, Work Breakdown Structure) и диаграммы Гантта для кейсового ИТ-проекта	1
12	Самостоятельная работа 3. Создание плана управления рисками для кейсового ИТ-проекта	1
13	Тема 4. Реализация и контроль ИТ-проекта	3

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
14	Лекция 4. Реализация и контроль IT-проекта <ul style="list-style-type: none"> • Мониторинг и контроль выполнения работ • Управление изменениями в проекте • Коммуникации и отчетность в проекте 	1
15	Практическое занятие 4. Разработка системы отчетности и контроля для кейсового IT-проекта	1
16	Самостоятельная работа 4. Написание отчета о промежуточных результатах кейсового IT-проекта	1
17	Тема 5. Завершение IT-проекта	3
18	Лекция 5. Завершение IT-проекта <ul style="list-style-type: none"> • Процедуры закрытия проекта • Оценка результатов проекта и уроки • Документирование и архивация проекта 	1
19	Практическое занятие 5. Подготовка финального отчета по кейсовому IT-проекту	1
20	Самостоятельная работа 5. Закрытие документации по кейсовому IT-проекту и подготовка к финальной презентации	1
21	Промежуточная аттестация – тестирование	1
22	ИТОГО	16

Рабочая программа **Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений** (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки IT-профиля Методы машинного обучения в агробιοтехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 270, ID 37, ID 28. Для всех уровней целевого формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1.	Фундаментальные аспекты биотехнологии растений и статистическая обработка экспериментальных данных <i>История метода культуры клеток и тканей растений. Асептическая культура растений (культура in vitro) и методы ее получения. Физиологические основы клонального микроразмножения растений. Получение и поддержание культур растительных клеток (каллусная ткань, суспензионная культура). Вторичный метаболизм растений в культуре in vitro. Возможности языков программирования для выявления оптимального режима обработки, визуализация результатов в виде графиков функций. Методы описательной статистики и статистики вывода в биотехнологии.</i>	6
2.	Возможности искусственного интеллекта и языков программирования при оптимизации состава питательных сред для асептических растений и клеточных культур <i>Культивирование растений, их клеток и тканей на искусственных питательных средах. Компонентный состав питательных сред для растений. Физиолого-</i>	4

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
	<i>биохимическое значение минеральных и органических компонентов питательных сред для роста и развития асептических растений, их клеток и тканей. Гормональный состав питательных сред для асептических растений и клеточных культур. Проблемы подбора питательных сред для различных растительных объектов. Возможности искусственного интеллекта при оптимизации состава питательных сред для растений. Методы тестирования статистических гипотез (линейная регрессия, дисперсионный анализ, многомерные методы анализа данных) для выявления оптимального состава питательной среды в соответствии с задачами эксперимента.</i>	
3.	Возможности машинного обучения для интенсификации технологии обеспечения асептики при работе с растениями <i>in vitro</i> <i>Принцип работы ламинар-бокса. Основные правила работы в ламинар-боксе с асептической культурой растений. Основные виды операций в ламинар-боксе с клетками и тканями растений. Основные виды операций в ламинар-боксе при клональном микроразмножении растительных объектов. Использование нейронных сетей и автоматизация технологического процесса работы с асептической культурой растений.</i>	6
4.	Моделирование роста и развития асептической культуры растений <i>Рост и развитие растений в культуре <i>in vitro</i>. Растительный организм как объект математического моделирования. Математические модели физиологических и биохимических процессов роста и развития растительных объектов в культуре <i>in vitro</i>. Возможности фенотипирования в биотехнологии растений. Онтологии в биотехнологии растений. Примеры моделей физиологических параметров роста и развития важных сельскохозяйственных культур – подсолнечник (SUNFLO, SUNLAB), кукуруза – CORNFLO.</i>	4
5.	Моделирование процессов в биореакторах для асептических растений и клеточных культур <i>Строение и принцип работы биореактора. Конструкционные особенности и основные типы биореакторов для асептических растений и растительных клеточных культур. Контролирование параметров культивирования в биореакторах для растений. Подбор оптимальных параметров культивирования с использованием математических моделей для поддержания ростовых и биосинтетических процессов у растительных объектов.</i>	4
	Промежуточная аттестация в формате <i>Промежуточная оценка учитывает результаты рейтинговой системы контроля знаний</i>	4

Рабочая программа Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля Методы машинного обучения в агроботехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 270, ID 37, ID 28. Для всех уровней целевого формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся

по Программе.

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1.	<p>Иерархическая организация структуры белка и алгоритмы ее предсказания <i>Первичная структура белка, как последовательность аминокислот, соединенных пептидной связью. Особенности пептидной связи. Вторичная структура белка – α-спирали, -складки и β-повороты. Третичная структура белка и роль слабых взаимодействий в формировании третичной структуры белка. Структурные мотивы и домены. Классификация структурных доменов в соответствии с <i>Structural Organization of Proteins (SCOP)</i>. Алгоритмы, предсказывающие трёхмерную структуру белка. Использование баз данных в предсказании трёхмерной структуры белка. Компьютерное моделирование трёхмерной структуры белка на основе аминокислотной последовательности.</i></p>	6
2.	<p>Секвенирование генов и геномов и анализ данных секвенирования <i>Обзор методов секвенирования ДНК и РНК. Выбор стратегии секвенирования. Полногеномное секвенирование в сравнительной геномике и эволюционной биологии. Вычислительные методы в сравнительной геномике и эволюционной биологии.</i></p>	4
3.	<p>Молекулярная структура генов и их хромосомная организация. Алгоритмы поиска генов и установления их структуры <i>Основные типы последовательностей ДНК в геноме. Структура генов эукариот и прокариот. Молекулярные маркеры. Структура хромосом. Поиск генов с помощью компьютерных алгоритмов: вероятностный и дискриминационный подходы. Вычислительные методы в распознавании промоторов. Вычислительная геномика.</i></p>	4
4.	<p>Регуляция экспрессии генов биоинформатические ресурсы для ее изучения. <i>Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции и ее структурные основы. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов у бактерий. Регуляция экспрессии генов у эукариот. Алгоритмические подходы к кластеризации данных об экспрессии генов. Биоинформатические ресурсы в изучении регуляции экспрессии генов.</i></p>	4
5.	<p>РНК-интерференция и микроРНК и вычислительные методы в РНК-интерференции <i>Механизм и применение РНК-интерференции. Специфичность РНК-интерференции. Вычислительные методы в РНК-интерференции. Проблемы вычислений и моделирования экспериментов с использованием РНК-интерференции. Вычислительные методы для микроРНК. Компьютерное прогнозирование генов и мишеней микроРНК.</i></p>	4
	<p>Промежуточная аттестация в формате <i>Промежуточная оценка учитывает результаты рейтинговой системы контроля знаний</i></p>	4

Рабочая программа Биологическая информация и ее интерпретация (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля Методы машинного обучения в агробiotехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 270, ID 37, ID 28. Для всех уровней целевого

формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1.	Предмет биоинформатики. Биологическая информация <i>Предмет биоинформатики: особенность биоинформационных данных, цели и задачи биоинформатики, перспективы применения биоинформатики. Биологические последовательности: информация в молекулярной биологии и генетике.</i>	4
2.	Биоинформатические ресурсы и базы данных <i>Типы данных в биоинформатике. Базы данных ДНК, РНК, белков, экспрессии, путей, заболеваний, геномные браузеры. NCBI, EMBL-EBI, Ensembl, UCSC, GEO DataSets, GEO2R, KEGG, Reactome, UniProt, PDB, Drugbank, Pfam, UGENE.</i>	8
3.	Выравнивание биологических последовательностей <i>Парное выравнивание последовательностей: глобальное (алгоритм Нидлмана-Вунша) и локальное (алгоритм Смита-Уотермана) выравнивание. Матрицы замен (PAM, BLOSSUM). Точечная матрица (dot-plot). BLAST. Множественное выравнивание последовательностей: этапы выравнивания. Clustal Omega, MUSCLE, MAFFT, T-Coffee.</i>	8
4.	Филогенетический анализ <i>Определение и гипотезы молекулярной эволюции. Основы филогенетического анализа: элементы филогенетического дерева, особенности строения филогенетических деревьев, подходы к филогенетическому анализу, методы построения филогенетических деревьев, этапы филогенетического анализа. Построение филогенетического дерева с помощью MEGA11, MAFFT.</i>	4
	Промежуточная аттестация в формате <i>Промежуточная оценка учитывает результаты рейтинговой системы контроля знаний</i>	4

Рабочая программа Основы языка программирования Python (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля Методы машинного обучения в агроботехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 270, ID 37, ID 28. Для всех уровней целевого формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1.	Операторы. Переменные. Типы данных. Условия. Среды разработки. <i>Введение: программы и Python. Проверка заданий. Операции с целыми числами. Операции с вещественными числами. Типы данных. Переменные. Стандартный ввод/вывод. Логические операции, операции сравнения. Условия: if, else, elif. Блоки, отступы. Строки. Среды разработки Python (IDLE)</i>	10

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
2.	Циклы. Строки. Списки. <i>Цикл while. Операторы break, continue. Цикл for. Строки и символы. Списки.</i>	8
3.	Функции. Словари. Файлы. Модули. <i>Функции. Словари. Интерпретатор: установка, запуск скрипта. Файловый ввод/вывод. Модули, подключение модулей. Установка дополнительных модулей. Задачи по материалам недели. Библиотеки для анализа данных. NumPy. Библиотека Matplotlib.</i>	8
	Промежуточная аттестация в формате <i>Промежуточная оценка учитывает результаты рейтинговой системы контроля знаний</i>	4

Рабочая программа Основы языка программирования R (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля Методы машинного обучения в агроботехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 270, ID 37, ID 28. Для всех уровней целевого формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1.	Введение в язык программирования R. <i>Основные особенности языка R. Библиотеки языка R. Интерфейс среды разработки RStudio.</i>	4
2.	Работа с различными типами данных в R. <i>Понимание системы типов R. Вектора, списки, матрицы и массивы. Формулы и функции в R. Атрибуты объектов. Вспомогательные и специальные составные объекты.</i>	4
3.	Выражения и функции в R. <i>Символы, константы и операции языка R. Условия (if...else). Циклы for, while и repeat. Взаимодействие языков программирования R и Python. Аргументы функций и сопоставление аргументов. Область видимости объектов. Понятие окружения(Environment). Замыкание и анонимные функции. Возвращаемое значение функции.</i>	6
4.	Объектно-ориентированная парадигма. Отладка исключений в R. <i>Класс объекта. Наследование в R. Диспетчеризация вызовов функций/методов. UseMethod(). NextMethod().</i>	4
	Промежуточная аттестация в формате <i>Промежуточная оценка учитывает результаты рейтинговой системы контроля знаний</i>	4

Рабочая программа Методы машинного обучения в Python (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной

переподготовки ИТ-профиля Методы машинного обучения в агробиотехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 270, ID 37, ID 28. Для всех уровней целевого формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1.	Общая схема реализации методов машинного обучения в Python Постановка задач применения методов машинного обучения. Сбор данных и их очистка. Важнейшие библиотеки Python для машинного обучения. Исследовательский анализ данных методами машинного обучения. Этап моделирования. Отображение и презентация результатов применения методов машинного обучения.	4
2.	Реализация основных методов машинного обучения в Python. Задачи регрессии, кластеризации и классификации в Python (регрессия МНК, логистическая регрессия, кластерный анализ, метод выявления скрытых переменных и др.).	11
3.	Введение в нейросетевое моделирование на Python. Понятие нейронной сети. Персептрон. Определение, реализация и обучение. Адаптивный линейный нейрон. Определение, реализация и обучение. Метод градиентного спуска. Стохастический градиентный спуск в адаптивном линейном нейроне. Динамическое обучение на больших данных.	10
	Промежуточная аттестация: экзамен <i>Промежуточная оценка учитывает результаты рейтинговой системы контроля знаний</i>	4

Рабочая программа Методы машинного обучения в R (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля Методы машинного обучения в агробиотехнологии и направлена на формирование цифровых компетенций: ID 270, ID 37, ID 28. Для всех уровней целевого формирования компетенции: ОПД 1, У 1, З 1, ОПД 2, У 2, З 2, ОПД 3, У 3, З 3.

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1.	Введение в машинное обучение в R. Сравнение языков программирования Python и R для задач машинного обучения. Важнейшие библиотеки R для предобработки, визуализации данных и реализации методов машинного обучения.	12
2.	Построение моделей машинного обучения в R. Задачи регрессии, кластеризации и классификации в R (регрессия МНК, логистическая регрессия, кластерный анализ, метод выявления скрытых переменных и др.).	12
	Промежуточная аттестация: экзамен	4

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
	Промежуточная оценка учитывает результаты рейтинговой системы контроля знаний	

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование раздела(модуля)	Количество часов		
		аудиторных		самостоятельной работы (выполнение практических заданий)
		Лекции	Семинары	
1. Управление ИТ-проектами в АПК (Приложение к Программе)				
1.	Введение в управление ИТ-проектами в АПК	1	1	1
2	Инициация ИТ-проекта	1	1	1
3	Планирование ИТ-проекта	1	1	1
4	Реализация и контроль ИТ-проекта	1	1	1
5	Завершение ИТ-проекта	1	1	1
6	Промежуточная аттестация	зачет		
2. Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений				
1.	Фундаментальные аспекты биотехнологии растений и статистическая обработка экспериментальных данных	2	2	2
2.	Возможности искусственного интеллекта и языков программирования при оптимизации состава питательных сред для асептических растений и клеточных культур	2	2	-
3.	Возможности машинного обучения для интенсификации технологии обеспечения асептики при работе с растениями <i>in vitro</i>	2	2	2
4.	Моделирование роста и развития асептической культуры растений	2	2	-
5.	Моделирование процессов в биореакторах для асептических растений и растительных клеточных культур	2	2	-
	Промежуточная аттестация	зачет		
3. Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии				
1.	Иерархическая организация структуры белка и алгоритмы ее предсказания	2	2	2
2.	Секвенирование генов и геномов и анализ данных секвенирования	-	2	2
3.	Молекулярная структура генов и их хромосомная организация.	2	2	-

	Алгоритмы поиска генов и установления их структуры			
4.	Регуляция экспрессии генов и биоинформатические ресурсы для ее изучения.	2	2	-
5.	РНК-интерференция и микроРНК и вычислительные методы в РНК-интерференции	2	2	-
	Промежуточная аттестация	зачет		
4. Биологическая информация и ее интерпретация				
1.	Предмет биоинформатики. Биологическая информация	2	2	-
2.	Биоинформатические ресурсы и базы данных	4	2	2
3.	Выравнивание биологических последовательностей	2	4	2
4.	Филогенетический анализ	2	2	-
	Промежуточная аттестация	зачет		
5. Основы языка программирования Python				
1.	Операторы. Переменные. Типы данных. Условия. Среды разработки.	-	8	2
2.	Циклы. Строки. Списки.	-	8	
3.	Функции. Словари. Файлы. Модули.	-	6	2
	Промежуточная аттестация, зачет	зачет		
6. Основы языка программирования R				
1.	Введение в язык программирования R	2	2	-
2.	Работа с различными типами данных в R	-	2	2
3.	Выражения и функции в R		4	2
4.	Объектно-ориентированная парадигма. Отладка исключений в R	2	2	-
	Промежуточная аттестация	зачет		
7. Методы машинного обучения в Python				
1	Общая схема реализации методов машинного обучения в Python	2	-	2
2	Реализация основных методов машинного обучения в Python	3	6	2
3	Введение в нейросетевое моделирование на Python	2	8	-
	Промежуточная аттестация	экзамен		
8. Методы машинного обучения в R				
1.	Введение в машинное обучение в R	1	9	2
2.	Построение моделей машинного обучения в R	1	9	2

	Промежуточная аттестация	экзамен
	Итоговая аттестация	демонстрационный экзамен

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение промежуточной аттестации демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

4.1. Примеры оценочных средств

Модуль 1 Управление ИТ-проектами в АПК (Приложение к Программе)

Промежуточный контроль проводится в форме тестирования.

Тест состоит из 12 вопросов. Тест считается пройденным, если слушатель отвечает на 7 вопросов правильно.

Пример тестов по теме «Модуля 1. **Введение в управление ИТ-проектами в АПК**

1. Что такое жизненный цикл проекта?
 - a) Определенный набор фаз, через которые проходит проект
 - b) Процесс завершения проекта
 - c) Только планирование проекта
2. Какие основные фазы включает жизненный цикл ИТ-проекта?
 - a) Инициация, планирование, выполнение, закрытие
 - b) Планирование, разработка, тестирование, внедрение
 - c) Исследование, разработка, производство, маркетинг
3. Какие роли обычно включены в команду ИТ-проекта?
 - a) Аналитик, программист, тестировщик
 - b) Спонсор проекта, проектный менеджер, участники команды проекта
 - c) Директор, менеджер по продажам, бухгалтер

4. Какой документ описывает основные параметры проекта, такие как его цели, объем работ, риски и ограничения?
 - a) Бизнес-план
 - b) Устав проекта
 - c) Техническое задание
5. Что включает в себя процесс инициации проекта?
 - a) Разработку детального плана проекта
 - b) Определение его основных параметров и создание устава проекта
 - c) Тестирование и внедрение проекта
6. Какая из следующих задач не является частью процесса планирования проекта?
 - a) Разработка WBS (Work Breakdown Structure)
 - b) Оценка рисков проекта
 - c) Определение критериев успешности проекта
7. Что такое WBS (Work Breakdown Structure)?
 - a) Документ, описывающий основные требования к проекту
 - b) Иерархическое декомпозиция работы по проекту на уровни
 - c) Подробное описание бюджета проекта
8. Какие основные этапы проекта обычно включены в его жизненный цикл?
 - a) Планирование, выполнение, оценка, завершение
 - b) Инициация, планирование, выполнение, контроль, завершение
 - c) Исследование, разработка, производство, маркетинг
9. Какая из следующих активностей не входит в область управления проектом?
 - a) Определение бизнес-стратегии компании
 - b) Контроль выполнения задач
 - c) Распределение ресурсов
10. Какая роль в проекте обычно отвечает за управление рисками?
 - a) Программист
 - b) Аналитик
 - c) Менеджер по рискам

11. Что включает в себя процесс закрытия проекта?

- a) Планирование новых проектов
- b) Оценка результатов проекта и архивация документации
- c) Проведение дополнительных тестов

12. Какие основные инструменты используются для управления временем в проекте?

- a) Gantt-диаграмма, диаграмма Перта
- b) Финансовые отчеты, статистические данные
- c) Психологические тесты

Модуль 2 Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений

1. Какие из приведенных соединений можно использовать для поверхностной стерилизации растительных объектов:

- a) пероксид водорода
- b) гипохлорит натрия
- c) хлорид ртути (II)
- d) хлорид натрия

2. С помощью каких классов гормонов можно индуцировать каллусную ткань у растений в условиях *in vitro*:

- a) ауксины
- b) ауксины и цитокинины
- c) ауксины и гиббереллины
- d) цитокинины и абсцизовая кислота

3. Какие обязательные компоненты входят в состав питательных сред для клонального микроразмножения растений:

- a) макроэлементы, микроэлементы, витамины и аминокислоты, источник углерода, желирующий агент
- b) макроэлементы, микроэлементы, сахароза, агар-агар
- c) макроэлементы, сахароза, агар-агар
- d) макро- и микроэлементы, витамины, желирующий агент

4. Рассчитайте, какое количество маточного раствора гормона с концентрацией 10 мг/мл необходимо добавить в колбу с питательной средой объемом 200 мл, чтобы концентрация в питательной среде составила 2 мг/л:

- a) 100 мкл
- b) 40 мкл
- c) 1 мл
- d) 40 мл

5. Какой тип биореакторов реже остальных используется для культивирования растительных клеток:

- a) с механическим перемешиванием

- b) аэрлифтовый
- c) волновой
- d) аэрлифтовый и волновой

Модуль 3. Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии

1. Диплоидный геном человека состоит из $6,4 \times 10^9$ п.н. и умещается в ядре диаметром 6 мкм. Если пары оснований расположены с интервалом 0,34 нм вдоль спирали ДНК, какова длина ДНК в клетке человека? Если диаметр спирали ДНК равен 2,4 нм, какую часть объема ядра занимает ДНК?

- a) 2,18 м; 9 %
- b) 40 м; 50 %
- c) 0,1 м; 74 %
- d) 1,25; 1 %

2. Что такое оперон?

- a) белок, который связывается с сегментом РНК и блокирует прикрепление ДНК-полимеразы, останавливая транскрипцию
- b) белок, усиливающий транскрипцию определенного сегмента РНК
- c) участок ДНК, содержащий кластер генов, находящихся под контролем общих промотора и терминатора
- d) основной компонент хроматина

3. У бактерий, обладающих опероном *lac*, что из перечисленного происходит при низком уровне глюкозы и избытке лактозы?

- a) бета-галактозидаза ацетирует оперон
- b) лактопермеаза расщепляет лактозу до глюкозы и галактозы
- c) метаболизм лактозы усиливается, когда лактоза связывается с опероном
- d) усиливается транспорт лактозы в клетку

4. В чем заключается функция регуляторных генов?

- a) Регуляция метаболизма клетки
- b) Апоптоз
- c) Контроль клеточного цикла
- d) Контроль клеточных сигналов

5. Какой из эффектов может иметь деацетилирование гистонов?

- a) Раскручивание структуры гистона, блокирование связывания с белками транскрипции
- b) Раскручивание структуры гистона, предоставление доступа к белкам транскрипции
- c) Скручивание структуры гистона, блокирование связывания с белками транскрипции
- d) Скручивание структуры гистона, предоставление доступа к белкам транскрипции

Модуль 4. Биологическая информация и ее интерпретация

1. Какие виды аннотирования различают?

- a) автоматическое
- b) полуавтоматическое
- c) ручное
- d) все перечисленные виды

2. В каком журнале регулярно публикуется информация о биологических базах данных?

- a) Lancet
- b) Nucleic Acids Research
- c) Nature
- d) Biochemistry

3. Целями биоинформатики являются:

- a) организовывать данные таким образом, чтобы исследователи имели
- b) доступ к текущей информации, хранящейся в базах данных, и могли вносить в неё новые записи по мере получения новых сведений.
- c) развивать программные средства и информационные ресурсы, которые помогают в управлении данными и в их анализе.
- d) применять эти средства для анализа данных и интерпретации полученных результатов таким образом, чтобы они имели биологический смысл.
- e) всё перечисленное

4. Какая из перечисленных баз данных предоставляет информацию о метаболических путях?

- a) PDB
- б) GenBank
- в) UniProt
- г) KEGG

5. Для выравнивания α -субъединицы гемоглобина человека HBA_HUMAN с цитоглобином-1 *Danio rerio* вычислите с помощью матрицы BLOSUM62 и аффинного штрафа за пропуски $\gamma(g) = -d-(g-1)e$ (при $d=8$ и $e=4$) счёт следующего фрагмента выравнивания:

K T Y F P H F - D L S - - - - H G S A
K Q Y F E H F R E L Q D P A E M Q Q N A

BLOSUM62 matrix

Ala A	4																			
Arg R	-1	5																		
Asn N	-2	0	6																	
Asp D	-2	-2	1	6																
Cys C	0	-3	-3	-3	9															
Gln Q	-1	1	0	0	-3	5														
Glu E	-1	0	0	2	-4	2	5													
Gly G	0	-2	0	-1	-3	-2	-2	6												
His H	-2	0	1	-1	-3	0	0	-2	8											
Ile I	-1	-3	-3	-3	-1	-3	-3	-4	-3	4										
Leu L	-1	-2	-3	-4	-1	-2	-3	-4	-3	2	4									
Lys K	-1	2	0	-1	-3	1	1	-2	-1	-3	-2	5								
Met M	-1	-1	-2	-3	-1	0	-2	-3	-2	1	2	-1	5							
Phe F	-2	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-3	-1	0	0	-3	0	6						
Pro P	-1	-2	-2	-1	-3	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-1	-2	-4	7					
Ser S	1	-1	1	0	-1	0	0	0	-1	-2	-2	0	-1	-2	-1	4				
Thr T	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-1	1	5			
Trp W	-3	-3	-4	-4	-2	-2	-3	-2	-2	-3	-2	-3	-1	1	-4	-3	-2	11		
Tyr Y	-2	-2	-2	-3	-2	-1	-2	-3	2	-1	-1	-2	-1	3	-3	-2	-2	2	7	
Val V	0	-3	-3	-3	-1	-2	-2	-3	-3	3	1	-2	1	-1	-2	-2	0	-3	-1	4
	A	R	N	D	C	Q	E	G	H	I	L	K	M	F	P	S	T	W	Y	V

Модуль 5. Основы языка программирования Python

1. Какой специальный символ отвечает за табуляцию при работе со строковыми данными на языке программирования Python?

- a) \t
- b) \\
- c) \n
- d) r

2. Какая из приведенных ниже библиотек предназначена для визуализации данных?

- a) NumPy
- b) Pandas
- c) Matplotlib
- d) Scrapy

3. В каком варианте ответа правильно представлен код загрузки данных в формате .xlsx' на языке программирования Python?

- a) `df = pandas.read_csv('name.xlsx', sheet_name=' Sheet1', header=0)`
- b) `df = pandas.read ('name.xlsx', sheet_name=' Sheet1', header=0)`
- c) `df = pandas.read_excel('name.xlsx', sheet_name=' Sheet1', header=True)`
- d) `df = pandas.read_excel('name.xlsx', sheet_name=' Sheet1', header=0)`

4. Какой пакет служит для обработки и анализа данных:

- a) Pandas
- b) Matplotlib
- c) Math
- d) Fincalc

5. Как получить элемент из списка данных на языке программирования Python?

- a) С помощью метода `.get()`
- b) По ключу
- c) По индексу
- d) Ничего из выше перечисленного

Модуль 6 Основы языка программирования R

1. Выберите пакет языка R, предназначенный для модульного тестирования:

- a) modelr
- b) tidymodels
- c) testthat
- d) SHAPforxgboost

3. Какой пакет языка R позволяет просматривать внутреннее содержание выражений и функций:

- a) pryr
- b) mclapply
- c) htmlwidgets
- d) knitr

3. Какой из представленных пакетов языка программирования R работает с временными рядами?

- a) rpart
- b) prophet
- c) e1071
- d) forcats

4. Какой пакет R используется для построения тепловых графиков для обнаружения программных ошибок?

- a) pheatmap
- b) ggplot2
- c) modelr
- d) SGB

5. Какой пакет R предоставляет функции для создания случайных и обычных диаграмм, визуализации диаграмм, методов централизации и так далее для оценки программных инструментов и разработки более правильной документации?

- a) MSA
- b) kKeras
- c) OTclust
- d) igraph

Модуль 7. Методы машинного обучения в Python

1. Задача классификации – это _____ задача.

- a) описательная
- b) предсказательная
- c) качественная
- d) количественная

2. Задача кластеризации – это _____ задача.

- a) описательная
- b) предсказательная
- c) качественная
- d) количественная

3. Что является результатом выполнения данного кода на языке Python: X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, random_state=0)

- a) Прогнозирование на новых данных
- b) Построение модели
- c) Перемешивание данных
- d) Разбиение данных на обучающий и тестовый набор

4. Какой метод используется для оценки качества модели в библиотеке scikit-learn на языке Python?

- a) Метод fit
- b) Метод train_test_split
- c) Метод score
- d) Метод predict

5. Для построение линейной модели регрессии на языке Python верным будет следующий код:

- a) `from sklearn import ols`
`model =ols('y ~ x1', data=df) .fit()`
- b) `import statsmodels.formula.api as smf`
`model = smf.ols(y, x1, data=df) .fit()`
- c) `import statsmodels.formula.api as smf`
`model = smf.ols('y ~ x1', data=df) .fit()`
- d) `import statsmodels.formula.api as smf`
`model = smf.ols(df[y], df[x1]).fit()`

6. Какой правильный программный код пакета sklearn Python строит и определяет точность построенной модели:

- a) `model.fit(x_test, y_test)`
`expected=y_train`
`predicted=model.predict(x_test)`
`print(metrics.classification_report(expected, predicted))`
`print(metrics.confusion_matrix(expected, predicted))`
`print(metrics.accuracy_score(expected,predicted))`
- b) `model.fit(x_train, x_test)`
`expected=y_test`
`predicted=model.predict(y_train)`
`print(metrics.classification_report(expected, predicted))`
`print(metrics.confusion_matrix(expected, predicted))`
`print(metrics.accuracy_score(y_ expected,predicted))`
- c) `model.fit(x_train, y_train)`
`expected=y_test`
`predicted=model.predict(x_test)`
`print(metrics.classification(expected, predicted))`
`print(metrics.confusion(expected, predicted))`
`print(metrics.accuracy(expected,predicted))`
- d) `model.fit(x_train, y_train)`
`expected=y_test`
`predicted=model.predict(x_test)`
`print(metrics.classification_report(expected, predicted))`
`print(metrics.confusion_matrix(expected, predicted))`
`print(metrics.accuracy_score(expected, predicted))`

7. Какая из представленных библиотек позволяет подгружать данные в среду разработки?

- a) Pandas
- b) Matplotlib
- c) Seaborn
- d) Scikit-learn

8. Укажите показатель, относимый к метрикам погрешности моделей машинного обучения:

- a) VAR
- b) MSS
- c) ER
- d) RMSE

9. Что не относится к стратегии проверки адекватности модели машинного обучения?

- a) Разбиение данных на тренировочный набор данных с X% наблюдений
- b) k – кратная перекрестная проверка
- c) Проверка величины p-value
- d) Регуляризация

10. Какой из представленных методов не относится к методам машинного обучения?

- a) Индексный анализ
- b) Probit модель
- c) Logit модель
- d) Кластеризация

11. Работа с каким типом данных содержит понятие «стоп-слова»?

- a) На естественном языке
- b) Машинные
- c) Графовые
- d) Аудио-, видео- и графика.

12. Какая из представленных библиотек предназначена для работы с данными на естественном языке?

- a) Pandas
- b) Matplotlib
- c) NLTK
- d) Scikit-learn

13. Что является примером данных на машинном языке?

- a) Детализация звонков
- b) Классическая литература
- c) Страница в Википедии
- d) Запись разговора двух и более людей

14. На каком этапе (этапах) могут быть применены методы машинного обучения?

- a) Только на этапе моделирования
- b) На этапе постановки цели
- c) На этапах исследования данных и моделирования
- d) На этапе визуализации и отображения результатов анализа

15. Укажите библиотеку позволяющую осуществлять web-scraping?

- a) Pandas

- b) Matplotlib
- c) Seaborn
- d) Beautifulsoup

Модуль 8. Методы машинного обучения в R

1. Выберите правильный код на языке R для построения модели случайный лес в пакете «randomForest»:

- a)

```
train<-dt[-seq(1, nrow(dt), 3),]
test<-dt[seq(1, nrow(dt), 3),]
RF<-randomForest(train$y~., data=train)
pred<-predict(RF, test)
table(pred, test$y)
```
- b)

```
dt_mixed<-dt[order(runif(150)),]
train<-dt_mixed[1:100,]
test<-dt_mixed[101:150,]
RF<-randomForest(dt$y~., data=dt)
pred<-predict(RF, test)
table(pred, test$y)
```
- c)

```
train<-dt[-seq(1, nrow(dt), 3),]
test<-dt[seq(1, nrow(dt), 3),]
RF<-randomForest(test$y~., data=test)
pred<-predict(RF, train)
table(pred, train$y)
```
- d)

```
dt_mixed<-dt[order(runif(150)),]
train<-dt_mixed[1:100,]
test<-dt_mixed[101:150,]
RF<-randomForest(dt$y~., data=dt)
pred<-predict(RF, train)
table(pred, train $y)
```

2. С помощью какого кода на языке программирования R в пакете «odbc» возможно подключиться и создать таблицу в базе MS SQL Server:

- a)

```
con <- odbcConnect(dsn = "my_test_source", uid = "my_username", pwd =
"my_password")
sqlSave(con_dsn, dat = iris, tablename = "iris")
```
- b)

```
con <- dbConnect(odbc, DSN = "my_test_source", UID = "my_username", PWD =
"my_password")
sqlSave(con_dsn, dat = table, tablename = " table ")
```
- c)

```
con <- dbConnect(odbc(my_test_source), ID = "my_username", PWD =
"my_password")
dbWriteTable(conn = con, name = "table", value = table)
```
- d)

```
con <- dbConnect(odbc(), DSN = "my_test_source", UID = "my_username", PWD =
"my_password")
dbWriteTable(conn = con, name = "table", value = table)
```

3. На каком этапе создания информационной системы осуществляется разработка и адаптация программ?

- a) Эскизный проект
- b) Разработка рабочей документации
- c) Технический проект
- d) Реализация

4. Функция «surf3D» пакета «plot3D» позволяет построить:

- a) 3D graphics with animation
- b) 3D graphics
- c) information systems models
- d) database models

5. Какой из представленных пакетов языка программирования R применяется в машинном обучении?

- a) mlr3
- b) mlr
- c) machr3
- d) ml4

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

Модуль 1 Управление ИТ-проектами в АПК (Приложение к Программе)

По теме 3 «Планирование ИТ-проекта» преподаватель объясняет материалы по теме на следующем образце учебно-методических материалов для обучающихся:

Методические указания по выполнению практического задания: «Разработка иерархической структуры работы ИТ-проекта в сельском хозяйстве»

Цель задания – обучить студентов разрабатывать WBS для ИТ-проектов в сельском хозяйстве, что поможет структурировать работу и понять важность детализации задач.

Задачи:

1. Разработать иерархическую структуру работы (WBS) для выбранного ИТ-проекта в сельском хозяйстве.
2. Определить основные уровни и элементы WBS.
3. Представить структуру в виде диаграммы или таблицы.

Порядок выполнения практического задания слушателем:

1. **Выбор проекта:** Выберите типичный ИТ-проект в сельском хозяйстве. Например:
 - Внедрение системы управления сельскохозяйственными данными на предприятии агропромышленного комплекса.
 - Разработка мобильного приложения для учета сельскохозяйственных операций.
 - Создание системы мониторинга и управления сельскохозяйственной техникой.

- Внедрение системы автоматизации процессов управления хранилищами сельскохозяйственной продукции.

2. Разработка WBS:

- Начните с выделения основных фаз или этапов проекта.
- Разбейте каждую фазу на подзадачи и подэтапы.
- Детализируйте задачи до уровня, достаточного для понимания их выполнения со стороны заинтересованных сторон ИТ-проекта.

3. Документирование:

- Представьте вашу иерархическую структуру в виде диаграммы WBS.
- Для каждого уровня и элемента укажите краткое описание задачи или работы.

4. Представление результатов:

- Подготовьте отчет о разработанной иерархической структуре работ (WBS).
- Обоснуйте выбор структуры работ и ее декомпозиции.
- Предложите рекомендации по улучшению структуры, если это необходимо, или условия, которые могут повлиять на ее дальнейшую корректировку.

Варианты тематики ИТ-проектов в сельском хозяйстве для проработки студентами:

1. Внедрение системы мониторинга и управления сельскохозяйственной техникой:

- Разработка WBS для создания и настройки сенсорной системы мониторинга.
- Интеграция с системой управления.
- Тестирование и внедрение системы.

2. Разработка мобильного приложения для учета сельскохозяйственных операций:

- Определение функциональных требований приложения.
- Разработка пользовательского интерфейса и архитектуры приложения.
- Тестирование и оптимизация приложения.

3. Создание системы автоматизации процессов управления хранилищами сельскохозяйственной продукции:

- Проектирование системы складского учета и управления запасами.
- Внедрение системы RFID для отслеживания товарно-материальных ценностей предприятий агропромышленного комплекса.
- Обучение персонала и поддержка системы автоматизации процессов управления на складах.

4. Внедрение системы управления сельскохозяйственными данными:

- Анализ функциональных потребностей и требований пользователей – работников предприятий агропромышленного комплекса.
- Разработка ИТ-архитектуры предприятия и интеграция существующих данных в единую информационную систему.
- Обучение пользователей информационных систем, техническая поддержка и эксплуатация системы.

Каждый из этих проектов требует разработки подробной иерархической структуры работы (WBS), что делает их отличным материалом для практического изучения студентами в рамках курса по управлению ИТ-проектами в агропромышленном комплексе.

Ниже представлен перечень вопросов для самостоятельного изучения, которые слушатели могут освоить, используя конспект лекций и источники из рекомендованной литературы.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Проектный и процессный подход на предприятиях АПК
 2. Роль менеджера в управлении ИТ-проектом
 3. Требования к подготовке персонала в проектном управлении
 4. Актуальность навыков проектного управления на предприятиях АПК
 5. Международные стандарты управления ИТ-проектами
 6. Информационные технологии в управлении ИТ-проектами, включая государственное и муниципальное управление.
 7. Понятие "проект", "управление ИТ-проектом" и их сущность.
- Треугольник ИТ-проекта.
8. Управление портфелями и программами
 9. Проекты и стратегическое планирование
 10. Офис управления ИТ-проектами и возможности его применения на предприятиях АПК
 11. Факторы среды предприятия
 12. Общие требования к организации группы процессов управления ИТ-проектами
 13. Жизненный цикл ИТ-проекта, продукта и предприятия
 14. Фазы ИТ-проекта и связи между фазами ИТ-проекта
 15. Группы процессов управления ИТ-проектами
 16. Заинтересованные стороны ИТ-проекта и их определение.
 17. Группа процессов инициации
 18. Процесс "Разработка устава ИТ-проекта"
 19. Определение потребностей заинтересованных сторон и процесс "Сбор требований" по проекту
 20. Результаты этапа инициации
 20. Предпосылки создания ИТ-проекта
 21. Требования к названию ИТ-проекта
 22. Вехи ИТ-проекта
 23. Группа процессов планирования
 24. Процесс "Разработка плана управления ИТ-проектом"
 25. Процесс "Определение содержания"
 26. Процесс "Создания иерархической структуры работ"
 27. Определение операций по проекту и их последовательности
 28. Оценка ресурсов ИТ-проекта.
 29. Разработка расписания по проекту и управление им.
 30. Определение бюджета ИТ-проекта и управление им.

31. Планирование качества
32. Планирование коммуникаций
33. Планирование закупочной деятельности
34. Группа процессов исполнения
35. Процесс "Руководство и управление исполнением ИТ-проекта"
36. Управление интеграцией ИТ-проекта
37. Управление содержанием ИТ-проекта
38. Подтверждение качества ИТ-проекта
39. Управление информацией
40. Управление ожиданиями заинтересованных сторон
41. Группа процессов мониторинга и управления
42. Процесс "Мониторинга и управления работами ИТ-проекта"
43. Процесс "Осуществление общего управления изменениями"
44. Подтверждение и управление содержанием
45. Управление стоимостью
46. Контроль качества и контрольная карта
47. Подготовка отчетов об исполнении
48. Управление закупочной деятельностью
49. Группа процессов завершения
50. Процесс "Завершение ИТ-проекта или фазы"
51. Методы создания иерархической структуры работ и их применение в ИТ-проектах АПК
53. Методы управления содержанием и их применение в ИТ-проектах АПК
54. Методы оценки стоимости ИТ-проекта и операций и их применение
55. Методы управления сроками реализации ИТ-проекта и их применение
56. Методы определения последовательности операций и их применение
57. Сетевые диаграммы ИТ-проекта и их применение в ИТ-проектах АПК
58. Диаграммы контрольных событий и ленточные диаграммы и их применение в ИТ-проектах АПК
59. Диаграмма Ганта и ее применение в ИТ-проектах
60. Ресурсные календари и их применение в ИТ-проектах
61. Методы планирования закупок и выбор типа контрактов, их применение в ИТ-проектах АПК
62. PERT-метод и его применение в ИТ-проектах АПК
63. Методы управления стоимостью ИТ-проекта и их применение в ИТ-проектах АПК
64. Анализ исполнения и отклонений в проекте
65. Методы управления и контроля качества, их применение в ИТ-проектах
66. Планирование управления рисками
67. Методы идентификации рисков и их применение в ИТ-проектах
68. Качественный анализ рисков
69. Количественный анализ рисков
70. Планирование реагирования на риски
71. Мониторинг и управления рисками
72. Категории рисков

73. Определения вероятности возникновения рисков и их воздействий
74. Матрица вероятности и воздействия
75. SWOT-анализ ИТ-проекта
76. Реестр рисков
77. Типовые стратегии реагирования на негативные риски (угрозы)
78. Разработка плана управления человеческими ресурсами.
79. Иерархическая организационная диаграмма
80. Матричные диаграммы ответственности
81. Должностные инструкции
82. Роли в проекте и сферы ответственности
83. План высвобождения персонала
84. Определение потребности в обучении
85. Набор команды ИТ-проекта
86. Развитие команды ИТ-проекта
87. Действия по укреплению команды
88. Признание заслуг и вознаграждение.

Оценки эффективности работы команды

Модуль 2: Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений **Фундаментальные аспекты биотехнологии растений и статистическая обработка экспериментальных данных в биотехнологии**

Вопросы к устному опросу:

1. История метода культуры клеток и тканей растений.
2. Асептическая культура растений (культура *in vitro*) и методы ее получения.
3. Физиологические основы клонального микроразмножения растений.
4. Получение и поддержание культур растительных клеток (каллусная ткань, суспензионная культура).
5. Вторичный метаболизм растений в культуре *in vitro*.
6. Возможности языков программирования для выявления оптимального режима обработки, визуализация результатов в виде графиков функций.
7. Методы описательной статистики и статистики вывода в биотехнологии.

Возможности искусственного интеллекта и языков программирования при оптимизации состава питательных сред для асептических растений и клеточных культур

Вопросы к устному опросу:

1. Культивирование растений, их клеток и тканей на искусственных питательных средах.
2. Компонентный состав питательных сред для растений.
3. Физиолого-биохимическое значение минеральных и органических компонентов питательных сред для роста и развития асептических растений, их клеток и тканей.
4. Гормональный состав питательных сред для асептических растений и клеточных культур.
5. Проблемы подбора питательных сред для различных растительных объектов.
6. Возможности искусственного интеллекта для оптимизации состава питательных

сред для растений.

7. Методы тестирования статистических гипотез (линейная регрессия, дисперсионный анализ, многомерные методы анализа данных) для выявления оптимального состава питательной среды в соответствии с задачами эксперимента.

Возможности машинного обучения для интенсификации технологии обеспечения асептики при работе с растениями *in vitro*

Вопросы к устному опросу

1. Принцип работы ламинар-бокса.
2. Основные правила работы в ламинар-боксе с асептической культурой растений.
3. Основные виды операций в ламинар-боксе с клетками и тканями растений.
4. Основные виды операций в ламинар-боксе при клональном микроразмножении растительных объектов.
5. Использование нейронных сетей и автоматизация технологического процесса работы с асептической культурой растений.

Моделирование роста и развития асептической культуры растений

Вопросы к устному опросу

1. Рост и развитие растений в культуре *in vitro*.
2. Растительный организм как объект математического моделирования.
3. Математические модели физиологических и биохимических процессов роста и развития растительных объектов в культуре *in vitro*.
4. Возможности фенотипирования в биотехнологии растений.
5. Онтологии в биотехнологии растений.
6. Примеры моделей физиологических параметров роста и развития важных сельскохозяйственных культур – подсолнечника (SUNFLO, SUNLAB), кукурузы – CORNFLO.

Моделирование процессов в биореакторах для асептических растений и растительных клеточных культур

1. Строение и принцип работы биореактора.
2. Конструкционные особенности и основные типы биореакторов для асептических растений и растительных клеточных культур.
3. Контролирование параметров культивирования в биореакторах для растений.
4. Подбор оптимальных параметров культивирования с использованием математических моделей для поддержания ростовых и биосинтетических процессов у растительных объектов.

Модуль 3. Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии

Иерархическая организация структуры белка. Компьютерное моделирование трёхмерной структуры белка на основе аминокислотной последовательности

Вопросы к устному опросу

1. Первичная структура белка, как последовательность аминокислот, соединённых пептидной связью.
2. Особенности пептидной связи.
3. Вторичная структура белка – α -спирали, -складки и β -повороты.
4. Третичная структура белка и роль слабых взаимодействий в формировании

третичной структуры белка.

5. Структурные мотивы и домены.
6. Классификация структурных доменов в соответствии с Structural Organization of Proteins (SCOP)
7. Алгоритмы, предсказывающие трёхмерную структуру белка.
8. Использование баз данных в предсказании трёхмерной структуры белка.
9. Компьютерное моделирование трёхмерной структуры белка на основе аминокислотной последовательности.

Секвенирование генов и геномов. Выбор стратегии секвенирования.

Вопросы к устному опросу

1. Обзор методов секвенирования ДНК и РНК.
2. Выбор стратегии секвенирования.
3. Полногеномное секвенирование в сравнительной геномике и эволюционной биологии
4. Вычислительные методы в сравнительной геномике и эволюционной биологии.

Молекулярная структура генов и их хромосомная организация. Алгоритмы поиска генов и установления их структуры

Вопросы к устному опросу

1. Основные типы последовательностей ДНК в геноме.
2. Структура генов эукариот и прокариот.
3. Молекулярные маркеры.
4. Структура хромосом.
5. Поиск генов с помощью компьютерных алгоритмов: вероятностный и дискриминационный подходы.
6. Вычислительные методы в распознавании промоторов.
7. Вычислительная геномика.

Регуляция экспрессии генов и биоинформатические ресурсы для ее изучения.

Вопросы к устному опросу

1. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции и ее структурные основы.
2. Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов.
3. Регуляция экспрессии генов у бактерий.
4. Регуляция экспрессии генов у эукариот
5. Алгоритмические подходы к кластеризации данных об экспрессии генов.
6. Биоинформатические ресурсы в изучении регуляции экспрессии генов.

РНК-интерференция и микроРНК и вычислительные методы в РНК-интерференции

Вопросы к устному опросу

1. Механизм и применение РНК-интерференции.
2. Специфичность РНК-интерференции.
3. Вычислительные методы в РНК-интерференции.
4. Проблемы вычислений и моделирования экспериментов с использованием РНК-интерференции.
5. Вычислительные методы для микроРНК.

6. Компьютерное прогнозирование генов и мишеней микроРНК.

Модуль 4. Биологическая информация и ее интерпретация

Предмет биоинформатики. Биологическая информация

Вопросы к устному опросу

1. Особенность биоинформационных данных.
2. Цели и задачи биоинформатики.
3. Перспективы применения биоинформатики.
4. Информация в молекулярной биологии и генетике.

Биоинформатические ресурсы и базы данных

Практическая работа №1

1. На сайте NCBI откройте запись DNA человеческого P53 в формате FASTA, найдите:

- уникальный номер (идентификатор) последовательности;
- описание последовательности;
- саму последовательность.

Сохраните данную запись в виде файла.

2. Найдите на сервисе EMBL-EBI (<http://www.ebi.ac.uk/>) по запросу P53 информацию о данном белке:

- с какого браузера взяты данные,
- сколько транскриптов и экзонов у P53,
- с какими заболеваниями ассоциирован этот белок.

3. На главной странице KEGG <http://www.kegg.jp/kegg/> вверху в строке поиска введите p53, посмотрите результаты поиска по разным разделам. Найдите:

- соответствующую карту сигнального пути p53,
- ассоциированные с ним заболевания,
- ортологи.

Выравнивание биологических последовательностей

Практическая работа №2

1. Выполните парное глобальное и локальное выравнивание последовательностей

А. гемоглобин α и β человека:

- hemoglobin subunit alpha [Homo sapiens] NP_000549.1,
- hemoglobin subunit beta [Homo sapiens] NP_000509.1,

Б. рибонуклеаза муравья и лизоцим С человека:

- ribonuclease [Ooceraea biroii] GenBank: EZA49641.1,
- lysozyme C precursor [Homo sapiens] NP_000230.1.

Задайте различные параметры выравнивания: матрица замен, штраф за начало и продолжение гэпа.

Оцените результаты выравнивания: идентичность, сходство, счет.

Заполните таблицу результатов для глобального и локального выравнивания последовательностей из пп. А и Б:

Параметры	Идентичность	Сходство	Счет
BLOSUM80, gap open 10, gap extend 1			
BLOSUM80, gap open 5, gap extend 0,5			

BLOSUM80, gap open 1, gap extend 0,1			
BLOSUM62, gap open 10, gap extend 1			
BLOSUM62, gap open 5, gap extend 0,5			
BLOSUM62, gap open 1, gap extend 0,1			
BLOSUM40, gap open 10, extend 1			
BLOSUM40, gap open 5, gap extend 0,5			
BLOSUM40, gap open 1, gap extend 0,1			

2. Определите, к какому белку может принадлежать часть последовательности. Для этого в программе blastp введите в окно запроса:

YRELVLMKCVNHKNIIGLLNYFTPQKSLEE (30 аминокислот). Можно ли определить, к белкам какого суперсемейства принадлежит данная последовательность? Определите, какие белки найдены, каковы результаты для 30 наилучших выравниваний (E-value, S, идентичность). В Search Summary изучите параметры программы при работе с последовательностями данной длины, занесите их в таблицу:

Параметры поиска	Значение параметра
Word size	
Expect value	
Gapcosts	
Matrix	
Window size	

3. Найдите гомологи для белка NP_001265477.1. Выберите blastp и определите гомологи в соответствии с таксономией:

- а) для человека *Homo sapiens*;
- б) мыши *Mus musculus*.

Филогенетический анализ

Практическая работа №3

1. Построение филогенетического дерева с помощью MEGA и MAFFT.

Перечень последовательностей для построения:

A1. Последовательности киназ MAPK 8 (приматы):

человек – mitogen-activated protein kinase 8 [*Homo sapiens* (human)] NM_001278547.1
 макака-резус – mitogen-activated protein kinase 8 [*Macaca mulatta* (Rhesus monkey)] XM_015146981.1

шимпанзе – mitogen-activated protein kinase 8 [*Pan troglodytes* (chimpanzee)] XM_016918221.1

горилла – mitogen-activated protein kinase 8 [*Gorilla gorilla* (western gorilla)] XM_019035139.1

крыса – collagen type I alpha 1 chain [*Rattus norvegicus* (Norway rat)] NM_053304.1

A2. Последовательности киназ MAPK 8 (разные таксоны):

зеленые водоросли *Volvox* – mitogen-activated protein kinase 8 [*Volvox carteri* f. *nagariensis*] XM_002955292.1

томат – mitogen-activated protein kinase 8 [*Solanum lycopersicum* (tomato)] XM_010317553.2

атлантический лосось – mitogen-activated protein kinase 8 [Salmo salar (Atlantic salmon)] XM_014198796.1

морская черепаха – mitogen-activated protein kinase 8 [Chelonia mydas (green sea turtle)] XM_007069110.1

курица – mitogen-activated protein kinase 8 [Gallus gallus (chicken)] XM_015288441.1

человек – mitogen-activated protein kinase 8 [Homo sapiens (human)] NM_001278547.1

Б1. Последовательности коллагенов (моллюски):

морской заяц — collagen alpha-1(1) chain-like [Aplysia californica (California sea hare)] XM_005093740.2

пресноводная улитка — collagen alpha-1(1) chain-like [Biomphalaria glabrata] XM_013219569.1

восточная устрица – collagen alpha-1(1) chain-like [Crassostrea virginica (eastern oyster)] XM_022469964

приморский гребешок – collagen alpha-1 (I) chain-like [Mizuhopecten yessoensis (Yesso scallop)] XM_021495994.1

тихоокеанская устрица – collagen alpha-1(1) chain [Crassostrea gigas (Pacific oyster)] XM_020066562.1

Б2. Последовательности коллагенов (разные таксоны):

человек – collagen type I alpha 1 chain [Homo sapiens (human)] NM 000088.3

африканский слон – collagen type I alpha 1 chain [Loxodonta africana (African savanna elephant)] XM_010594342.1

красноногий ибис – collagen type I alpha 1 chain [Nipponia nippon (crested ibis)] XM_009464616.1

дрожжи – collagen alpha-1 (IV) chain [Wickerhamomyces ciferrii] XM_011273917.1

подсолнечник – collagen alpha-1(1) chain-like [Helianthus annuus (common sunflower)] XM_022140664.1

Модуль 5. Основы языка программирования Python

Операторы. Переменные. Типы данных. Условия. Среды разработки.

Практическая работа №1

1. Создайте следующие типы данных: переменные, листы, словари, кортежи. Для вектора написать алгоритм расчета:

$$\sum v^2 + \frac{\max(b) - \min(b)}{\sum b} + \prod b$$

2. Построить в порядке убывания вектор b , найти произведение 5-го и 2-го элементов в отсортированном списке.
3. Создать словарь W : ($a - A$, $b - B$, $v - V$)
4. Вывести только слова. Вывести на печать только русские буквы.
5. Добавить словарь Z : ($c - C$, $d - D$)
6. Объединить 2 словаря обновив при этом Z .
7. Напишите алгоритм расчета для любого x :

$$\frac{\sqrt[3]{(x+8)}}{\sin\left(\frac{x}{8}\right)} + \lg |x|$$

$$\sqrt{\frac{\cos x/2}{|x|}} + \ln x$$

8. Округлить в большую сторону.

9. Написать программу для рисования горки. На вход подать 2 числа. 1 число – шаг горки. 2 число – высота горки.

Пример: 2 3

```
**
*****
*****
```

Циклы. Строки. Списки.

Практическая работа №2

1. Вывести значения квадратов чисел в диапазоне от 0 до 100, которые не делятся на 7 И делятся на 2 ИЛИ на 3 . Формат вывода значений: “Квадрат числа (значение) равен (значение)”.

2. Пользователь вводит строку. Определить какая буква чаще встречается в этой строке "a" или "b". В результате вывести на экран заключение в виде: "Буква a встречается чаще чем b." "Буква b встречается чаще чем a." "Количество букв a и b равно". "Ни одной буквы a и b не найдено".

3. Найти сумму и произведение всех чисел в диапазоне от 10 до 20 и вывести на экран.

4. Дана строка чисел. Посчитать количество четных и нечетных чисел. Вывести их количество и заключение о том, на сколько нужно увеличить количество четных или нечетных чисел, чтобы их стало поравну. Например,

```
s = "123456789"
Количество четных – 4
Количество нечетных – 5
Необходимо добавить одно четное число
```

5. Написать программу, которая сравнивает две строки. Например,

```
s1 = "abc"
s2 = "abc"
Строки равны
```

```
s1="abcdef"
s2="zadess"
Строки не равны
```

1. Дана произвольная строка. Создать новую строку, которая содержит только цифры из заданной строки. Например,

```
s1 = "abc1abc2acb3"
В результате должны получить "123".
```

Функции. Словари. Файлы. Модули.

Практическая работа №3

1. Дан массив словарей, каждый словарь представляет собой информацию о человеке.

```
1 m = [{"name": "Иван", "surname": "Иванов"},
2     | | | {"name": "Петр", "surname": "Петров"},
3     | | | {"name": "Борис", "surname": "Борисов"}]
```

Вывести Фамилию и инициал имени. Для данного массива результат будет следующим:

Иванов И.
Петров П.
Борисов Б.

2. Дан словарь транслитерации (англ – рус).

```
1 t = {"p": "п",
2     | | | "l": "л",
3     | | | "sh": "ш"}
```

Реализовать обратную операцию транслитерации.

На вход поступает строка написанная на русском языке английскими буквами. Нужно представить ее на русском. Например, входная строка - “sharik moi pes” - в результате получаем “шарик мой пес”. Обратите внимание, что sh – ш, а не сh.

3. Даны две строки. Определить являются ли они анаграммами. Анаграмма - слово, образованное путём перестановки букв, составляющих другое слово.

Модуль 6. Основы языка программирования R

Введение в язык программирования R

Практическая работа №1

Установите среду разработки Rstudio на ваш компьютер. Загрузите файл с данными. Рассчитайте описательную статистику.

Работа с различными типами данных в R

Практическая работа №2

Загрузить исходные данные в RStudio .

1. Проверить соответствие исходных данных нормальному закону распределения с использованием критериев Колмогорова-Смирнова, Уилкоксона, Шапиро-Уилка, Пирсона.

2. Сравнить различия в средних по критерию Стьюдента, F-Фишера.

3. Построить таблицу частот по двум признакам. Проверить независимость выборок по критерию χ^2 – Пирсона.

Выражения и функции в R

Практическая работа №3

Загрузить исходные данные в RStudio. Написать функцию, для расчета среднего значения, моды и медианы, дисперсии, размаха вариации и коэффициента вариации для ранжированного, дискретного и интервального рядов распределения. Рассчитать эти показатели с использованием встроенных функций. Сравнить значения.

Объектно-ориентированная парадигма. Отладка исключений в R

Практическая работа №4

Загрузить исходные данные в RStudio. Построить уравнение парной линейной регрессии. Сделать прогноз по уравнению. Построить множественное уравнение линейной регрессии. Сделать прогноз по уравнению. Вывести результаты регрессии.

Модуль 7. Методы машинного обучения в Python

Общая схема реализации методов машинного обучения в Python

Практическая работа №1

Имеется файл с данными по биотехнологическим показателям. Требуется загрузить данные в Spyder, «почистить» данные (если требуется), рассчитать описательную статистику (Descriptive statistics), построить гистограмму по переменной «Prices». Сделать выводы.

Реализация основных методов машинного обучения в Python

Практическая работа №2

1. Имеются данные эксперимента. Переменная Y – является фиктивной и обозначается как «да» - 1, и «нет» - 0. Переменные X_1 и X_2 характеризуют факторные переменные. *Требуется* загрузить данные в Spyder, рассчитать описательную статистику (Descriptive statistics), построить probit-модель, предельный эффект факторов, включенных в модель. Сделать выводы.

2. Имеется набор данных MNIST. Данные изображения расположены в пакете набора данных библиотеки Scikit-learn (изображения уже нормализованы, то есть масштабированы до единого размера 64x64). Требуется: используя набор данных MNIST добиться того, чтобы компьютер распознавал числа.

3. Провести кластерный анализ больших данных в Python. Применить метод k-средних и иерархическую классификацию. Выбрать оптимальный способ.

4. К показателям больших данных применить алгоритм машинного обучения в среде Python. Описать результаты классификации. Выявить основные факторы, влияющие на классификацию.

Введение в нейросетевое моделирование на Python

Практическая работа №3

1. Сформировать 2 набора исходных данных: один набор для классификации объектов по ряду признаков, второй набор для прогнозирования значений признака по ряду факторов. Разработать программу, в которой будет производиться: считывание файлов с исходными данными, представление исходных данных в виде матриц.

2. Продолжить разработку программы. Реализовать матрицу весовых коэффициентов, изначально заполняющуюся случайными значениями в определенном диапазоне.

3. Создать функцию формирования нейронной сети и функцию обучения нейронной сети.

4. Разбить наборы данных на две части: обучающую и тестовую. Обучить нейронную сеть. Применить нейронную сеть для решения задачи классификации. Автоматизировать процесс разбиения наборов данных на обучающую и тестовую части.

5. Создать функцию определения времени обучения нейронной сети, функцию формирования графика ошибок обучения нейронной сети. Обучить и применить нейронную сеть, используя вышеуказанные функции.

6. Изменить конфигурацию разработанной нейронной сети, изменив: гиперпараметры, функцию активации, топологию нейронной сети. После каждого изменения применить нейронную сеть и оценить ее качество. Создать сводную таблицу, содержащую как минимум 5 различных конфигураций нейронной сети и оценки качества каждой конфигурации.

Модуль 8. Методы машинного обучения в R

Введение в машинное обучение в R

Практическая работа №1

Загрузить исходные данные в RStudio. Построить уравнение парной линейной регрессии. Сделать прогноз по уравнению. Построить множественное уравнение линейной регрессии. Сделать прогноз по уравнению. Вывести результаты регрессии. Оформить отчет с выводами.

Построение моделей машинного обучения в R

Практическая работа №2

1. Загрузить исходные данные в RStudio. Зависимой переменной для построения дерева решений является итоговый результат поступления студента в вуз (поступил/не поступил). В качестве факторов используйте все остальные переменные. С помощью пакетов `gpart` и `gpart.plot` построить дерево решений двумя способами. Описать построенные деревья. Оценить качество классификации. Построить возможные варианты деревьев решений. Сравнить результаты, полученные при помощи двух разных языков программирования. Оформить отчет с выводами.

2. Метод опорных векторов. По исходным данным предыдущей задачи, используя функцию `svm`, построить модель классификации по всем исходным показателям, а также по обучающей выборке. Результат классификации проверить на тестовой выборке. Оценить качество классификации. Построить модель классификации с использованием ядерной функции. Сравнить результаты классификации. Оформить отчет с выводами.

3. Случайный лес. По исходным данным предыдущей задачи, используя пакет `RandomForest` построить модель классификации. Провести два варианта анализа: с обучением и без обучения. Сравнить результаты классификации. Сравнить качество классификации с предыдущими методами классификации. Построить модель «случайный лес» на языке R. Сравнить результаты построенных моделей. Оформить отчет с выводами.

4. Логистическая регрессия. По исходным данным предыдущей задачи построить модель регрессии, где в качестве зависимой переменной будет выступать качественная переменная (поступил/не поступил). В качестве факторов предусмотреть все остальные показатели. Расчеты провести на языке R. Оценить

качество построенной модели. Оценить точность классификации. Оформить отчет с выводами.

5. Дискриминантный анализ. По исходным данным предыдущей задачи, построить модель классификации методом дискриминантного анализа в RStudio. Сравнить результаты классификации. Сравнить качество классификации с предыдущими методами классификации. Построить модель «случайный лес» на языке Python. Сравнить результаты построенных моделей. Оформить отчет с выводами.

6. Байесовская (наивная) классификация. По исходным данным предыдущей задачи, построить модель классификации, используя Байесовскую (наивную) классификацию в RStudio. Сравнить результаты классификации. Сравнить качество классификации с предыдущими методами классификации. Сравнить результаты построенных моделей. Оформить отчет с выводами.

7. Метод ближайшего соседа По исходным данным предыдущей задачи, построить модель классификации методом ближайшего соседа в RStudio . Сравнить результаты классификации. Сравнить качество классификации с предыдущими методами классификации. Сравнить результаты построенных моделей. Оформить отчет с выводами.

8. «Методы поиска ассоциативных правил». Загрузить исходные данные в RStudio. По набору данных о покупках клиентов определить наиболее часто встречающиеся товары и наибольшую вероятность совместных покупок товаров. Какие товары не встречаются в одном чеке? Оформить отчет с выводами.

9. «Иерархические методы в кластерном анализе». Имеются данные по предприятиям Московской области. Требуется определить имеются ли предприятия со схожими факторами производства, которые можно бы было объединить в кластеры. Требуется описать результаты кластерного анализа методом иерархической классификации в RStudio.. Оформить отчет с выводами.

10. «Неиерархические методы в кластерном анализе». Имеются данные по предприятиям Московской области. Требуется определить имеются ли предприятия со схожими факторами производства, которые можно бы было объединить в кластеры. Требуется определить оптимальное число кластеров. Требуется описать результаты кластерного анализа методом K-средних на языке R . Дать их полную характеристику. Оформить отчет с выводами.

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Уколова А.В., и.о. заведующего кафедрой статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, канд. экон. наук;

Поливанова О.Б., доцент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.б.н.;

Демичев В.В., доцент кафедры статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, канд. экон. наук;

Хлебникова Д.А., старший преподавателем кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.б.н.;

Титов А.Д., ассистент кафедры статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Невзоров А.С., ассистент кафедры статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Токарев В.С., ассистент кафедры статистики и кибернетики РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Сумин А. В., ассистент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Дзюба Дмитрий Владимирович, Старший аналитик ЗАО «Консультант Плюс»

Барышникова Мария Михайловна, Заместитель генерального директора по развитию IT-систем и информационной безопасности ООО «Корпорации «Строй Инвест Проект М», канд. экон. Наук;

Чередниченко Михаил Юрьевич, доцент, и.о. заведующего кафедрой биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	лекции	компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс	практические и лабораторные занятия	компьютеры, операционная система: Windows - 64-битная x86, 32-битная x86; MacOS - 64-битная x86; Linux - 64-битная x86, 64-битная Power8 / Power, web-браузер - любой из перечисленных: Chrome, Safari, Internet Explorer, среды разработки: Jupyter Notebook, PyCharm, Spyder, RStudio

По каждой дисциплине (модулю) программы в произвольной (принятой в организации) форме приводятся сведения об используемых в учебном процессе:

- печатных раздаточных материалах для слушателей;
- учебных пособиях, изданных по отдельным разделам программы;
- профильной литературе;
- отраслевых и других нормативных документах;
- электронных ресурсах и т.д.

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (открытый доступ). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru. – Загл. с экрана.

2. Свободная географическая информационная система с открытым кодом. QGIS (открытый доступ). [Электронный ресурс] /Сайт проекта QGIS. – Режим доступа: <https://qgis.org/ru/site/>. – Загл. с экрана.

3. ILWIS (открытый доступ). [Электронный ресурс] / Сайт университета Твенте, разработчика свободного программного обеспечения ILWIS. – Режим доступа: <https://www.itc.nl/ilwis/download/ilwis33//> – Загл. с экрана. -Яз. англ.

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование темы учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	1. Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений 2. Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии 3. Биологическая информация и ее интерпретация	MEGA	расчетная, обучающая, контролирующая	Pennsylvania State University	Текущая версия
2.	4. Основы языка программирования Python 6. Методы машинного обучения в Python	Python	расчетная, обучающая, контролирующая	Python Software Foundation	Текущая версия
		Anaconda	расчетная, обучающая, контролирующая	Anaconda, Inc.	Текущая версия
		Spyder	расчетная, обучающая, контролирующая	Spyder project contributors	Текущая версия
		Jupyter Notebook	расчетная, обучающая, контролирующая	Jupyter	Текущая версия
		DataLens	расчетная, обучающая, контролирующая	Yandex	Текущая версия
3.	5. Основы языка программирования R 7. Методы машинного обучения в R	RStudio	расчетная, обучающая, контролирующая	Posit Software	Текущая версия

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

1. Баженова, И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика : учебное пособие для вузов / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 140 с. — ISBN 978-5-507-44783-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/242981> (дата обращения: 07.04.2023).

2. Вейцман, В.М. Проектирование информационных систем : учебное пособие / В.М. Вейцман. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-3713-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122172>.

3. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14916-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519916> (дата обращения: 07.04.2023).

4. 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: 07.04.2023).

5. Гришин, В. А. Основы программирования на языке R : учебно-методическое пособие / В. А. Гришин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 67 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191498> (дата обращения: 07.04.2023).

6. Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева ; под редакцией С. И. Щукина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07505-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511971> (дата обращения: 07.04.2023)

7. Землянский, А.А. Цифровые основы прикладной информатики [Текст] : монография / А. А. Землянский, С. З. Зайнудинов ; РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). - Москва : Спутник+, 2018. - 143 с.

8. Комов, В. П. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 684 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13939-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519746> (дата обращения: 07.04.2023)

9. Коничев, А. С. Молекулярная биология : учебник для вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. — 5-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13468-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517095> (дата обращения: 07.04.2023)

10. Матвейчев, П.Н. Управление проектными рисками [Текст] : методические указания / П. Н. Матвейчев, Т. Н. Матвейчева; РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва), Экономический факультет имени А. В. Чайнова, Кафедра управления. - Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2017. 62 с.

11. Митина, О. А. Языки программирования для статистической обработки данных (R) : учебное пособие / О. А. Митина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 191 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163912> (дата обращения: 04.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 278 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00734-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512382> (дата обращения: 07.04.2023).

13. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15561-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/520544> (дата обращения: 07.04.2023).

14. Прошкина, Е. Н. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки : учебное пособие для вузов / Е. Н. Прошкина, И. Н. Юранева, А. А. Москалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 101 с.

15. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). 6-е издание. [Электронный ресурс] URL: <https://biconsult.ru/files/datavault/PMВОК-6th-Edition-Ru.pdf>.

16. Тарланов, А. Т. Основы языка программирования Python : учебно-методическое пособие / А. Т. Тарланов, Ш. Г. Магомедов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2019. — 107 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171465> (дата обращения: 07.05.2023).

17. Торадзе, Д. Л. Информатика : учебное пособие для вузов / Д. Л. Торадзе. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 158 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15041-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519865> (дата обращения: 07.04.2023).

18. Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 214 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15733-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515076> (дата обращения: 27.04.2023).

19. Чернышев, С. А. Основы программирования на Python : учебное пособие для вузов / С. А. Чернышев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 286 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14350-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519949> (дата обращения: 14.04.2023).

20. Эйдис, Анатолий Леонидович. Управление проектами в отраслях АПК [Текст] : учебное пособие для студентов / А. Л. Эйдис. - Москва : АРГАМАК-МЕДИА, 2015. - 189 с.

Дополнительная литература

1. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07467-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512657> (дата обращения: 07.04.2023).

2. Биология в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина, И. Н. Волкова. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 427 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04092-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512651> (дата обращения: 07.04.2023).

3. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство

Юрайт, 2023. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530288> (дата обращения: 07.05.2023).

4. Вьюгин, В. В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования : учебное пособие / В. В. Вьюгин. — Москва : МЦНМО, 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-4439-2014-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56397> (дата обращения: 07.04.2023).

5. Зыков, С. В. Программирование : учебник и практикум для вузов / С. В. Зыков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 320 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02444-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511712> (дата обращения: 07.04.2023).

6. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513675> (дата обращения: 07.04.2023)

7. Карминский, А.М. Применение информационных систем в экономике / А.М. Карминский, Б.В. Черников. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014 . - 319 с.

8. Компьютерные упражнения по дисциплинам, связанным с управлением инвестиционными проектами: учебное пособие / РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва); сост. Д. С. Алексанов [и др.], 2015 — 104 с. Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/181.pdf>.

9. Лекун, Я. Как учиться машина: Революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун. — Москва : Альпина Паблишер, 2021. — 351 с. — ISBN 978-5-907470-52-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213980> (дата обращения: 07.04.2023).

10. Основы биотехнологии. Практикум: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян и др. – М.: КНОРУС, 2023. – 160 с.

11. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: КНОРУС, 2023. – 278 с.

12. Регуляторы роста растений (с практикумом): учебник / Е.А. Калашникова, Н.П. Карсункина, М.Ю. Чередниченко и др. – М.: КНОРУС, 2023. – 346 с.

13. Череватова, Т.Ф.. ИТ-инфраструктура организации: учебное пособие / Т. А. Череватова; РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва: Росинформагротех, 2018 — 187 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t0149.pdf>

Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 06.04.2011 N 65-ФЗ.

2. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы [Текст]. - Введ. 1990-01-01.- М.: Стандартиформ, 2008.- 9 с.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2019. Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь [Текст]. - 20546-2019.- М.: Госстандарт России, 2020.- 28 с.

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

1. <https://www.Python.org/doc/>- справочник по Python.
2. <https://www.r-project.org/> - справочник по Python.
3. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/default+of+credit+card+clients> – открытый репозиторий данных для машинного обучения
4. <https://docs.knime.com/> - справочник по Knime

VI. Итоговая аттестация по Программе

После завершения обучения по Программе и прохождения итоговой оценки сформированности цифровых компетенций обучающиеся допускаются к итоговой аттестации.

Итоговая аттестация проводится с участием представителей профильных индустриальных партнёров в форме демонстрационного экзамена и предусматривает выполнение обучающимся профессиональных задач и оценку результатов и/или процесса выполнения – проверку сформированности в рамках Программы цифровых компетенций.

Задания демонстрационного экзамена разрабатываются с участием организаций-работодателей, отраслевых партнёров и профессиональных сообществ. Демонстрационный экзамен должен предусматривать выполнение (демонстрацию) обучающимся деятельности, завершающейся получением результата (продукта или его элемента), значимого при выполнении трудовой функции или трудовых действий.

Для обеспечения организации и проведения итоговой аттестации разрабатывается положение об итоговой аттестации, регулиующее требования к выполнению, оформлению и оцениванию работ, заданий, условия проведения итоговой аттестации, требования к составу аттестационной комиссии. Состав комиссии, перечень тем итоговых аттестационных работ, портфолио, практических заданий и требований к выполнению разрабатывается и актуализируется при участии индустриальных партнёров.

Примеры тем и заданий для демонстрационного экзамена

Модуль 1 Управление ИТ-проектами в АПК

- Разработка структуры жизненного цикла ИТ-проекта
- Создание устава ИТ-проекта
- Разработка иерархической структуры работы ИТ-проекта
- Разработка системы отчетности и контроля ИТ-проекта
- Подготовка финального отчета ИТ-проекта

Модуль 2. Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений

1. Физиологические основы клонального микроразмножения растений.
2. Получение и поддержание культур растительных клеток (калусная ткань, суспензионная культура).
3. Вторичный метаболизм растений в культуре *in vitro*.
4. Возможности языков программирования для выявления оптимального режима обработки, визуализация результатов в виде графиков функций.
5. Методы описательной статистики и статистики вывода в биотехнологии.
6. Проблемы подбора питательных сред для различных растительных объектов.
7. Возможности искусственного интеллекта для оптимизации состава

питательных сред для растений.

7. Методы тестирования статистических гипотез (линейная регрессия, дисперсионный анализ, многомерные методы анализа данных) для выявления оптимального состава питательной среды в соответствии с задачами эксперимента.

8. Основные виды операций в ламинар-боксе при клональном микроразмножении растительных объектов.

9. Использование нейронных сетей и автоматизация технологического процесса работы с асептической культурой растений.

10. Растительный организм как объект математического моделирования.

11. Математические модели физиологических и биохимических процессов роста и развития растительных объектов в культуре *in vitro*.

12. Возможности фенотипирования в биотехнологии растений.

13. Примеры моделей физиологических параметров роста и развития важных сельскохозяйственных культур – подсолнечника (SUNFLO, SUNLAB), кукурузы – CORNFLO.

14. Конструкционные особенности и основные типы биореакторов для асептических растений и растительных клеточных культур.

15. Подбор оптимальных параметров культивирования с использованием математических моделей для поддержания ростовых и биосинтетических процессов у растительных объектов.

Модуль 3. Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии

1. Классификация структурных доменов в соответствии с Structural Organization of Proteins (SCOP)

2. Алгоритмы, предсказывающие трёхмерную структуру белка.

3. Использование баз данных в предсказании трёхмерной структуры белка.

4. Компьютерное моделирование трёхмерной структуры белка на основе аминокислотной последовательности.

5. Полногеномное секвенирование в сравнительной геномике и эволюционной биологии

6. Вычислительные методы в сравнительной геномике и эволюционной биологии.

7. Основные типы последовательностей ДНК в геноме.

8. Поиск генов с помощью компьютерных алгоритмов: вероятностный и дискриминационный подходы.

9. Вычислительные методы в распознавании промоторов.

10. Вычислительная геномика.

11. Алгоритмические подходы к кластеризации данных об экспрессии генов.

12. Биоинформатические ресурсы в изучении регуляции экспрессии генов.

13. Механизм и применение РНК-интерференции.

14. Проблемы вычислений и моделирования экспериментов с использованием РНК-интерференции.

15. Вычислительные методы для микроРНК.

16. Компьютерное прогнозирование генов и мишеней микроРНК.

Модуль 4 Биологическая информация и ее интерпретация

1. Предмет биоинформатики: особенность биоинформационных данных, цели и задачи биоинформатики, перспективы применения биоинформатики.
2. Биологические последовательности: информация в молекулярной биологии и генетике.
3. Типы данных в биоинформатике.
4. Базы данных ДНК, РНК, белков, экспрессии, путей, заболеваний, геномные браузеры.
5. Парное выравнивание последовательностей: глобальное (алгоритм Нидлмана-Вунша) и локальное (алгоритм Смита-Уотермана) выравнивание.
6. Матрицы замен (PAM, BLOSSUM).
7. Точечная матрица (dot-plot).
8. Множественное выравнивание последовательностей: этапы выравнивания.
9. Определение и гипотезы молекулярной эволюции.
10. Основы филогенетического анализа: элементы филогенетического дерева, особенности строения филогенетических деревьев, подходы к филогенетическому анализу, методы построения филогенетических деревьев, этапы филогенетического анализа.
11. Построение филогенетического дерева с помощью MEGA11, MAFFT.

Модуль 5 Основы языка программирования Python

1. Сферы применения языка программирования Python.
2. Операции с целыми числами.
3. Операции с вещественными числами.
4. Типы данных. Переменные.
5. Стандартный ввод/вывод.
6. Логические операции, операции сравнения.
7. Условия: if, else, elif.
8. Среды разработки Python (IDLE)
9. Цикл while.
10. Операторы break, continue.
11. Цикл for.
12. Строки и символы. Списки.
13. Функции.
14. Словари.
15. Интерпретатор: установка, запуск скрипта.
16. Файловый ввод/вывод.
17. Модули, подключение модулей. Установка дополнительных модулей.
18. Библиотеки для анализа данных. NumPy. Библиотека Matplotlib.

Модуль 6 Основы языка программирования R

1. Основные особенности языка R.
2. Библиотеки языка R.
3. Среды разработки языка R.
4. Понимание системы типов R.
5. Вектора, списки, матрицы и массивы.
6. Формулы и функции в R. Атрибуты объектов. Вспомогательные и специальные составные объекты.

7. Символы, константы и операции языка R. Условия (if...else).
8. Циклы for, while и repeat.
9. Взаимодействие языков программирования R и Python.
10. Аргументы функций и сопоставление аргументов.
11. Область видимости объектов.
12. Понятие окружения (Environment).
13. Замыкание и анонимные функции.
14. Возвращаемое значение функции.
15. Класс объекта. Наследование в R.
16. Диспетчеризация вызовов функций/методов. UseMethod(). NextMethod().

Модуль 7 Методы машинного обучения в Python

1. Постановка задач применения методов машинного обучения.
2. Сбор данных и их очистка.
3. Важнейшие библиотеки Python для машинного обучения.
4. Исследовательский анализ данных методами машинного обучения.
5. Этап моделирования.
6. Отображение и презентация результатов применения методов машинного обучения.
7. Регрессия в машинном обучении
8. Кластеризация в машинном обучении
9. Задача классификации в машинном обучении
10. Понятие нейронной сети. Персептрон.
11. Определение, реализация и обучение нейронных сетей
- 12.. Адаптивный линейный нейрон. Определение, реализация и обучение.
13. Метод градиентного спуска. Стохастический градиентный спуск в адаптивном линейном нейроне.
14. Динамическое обучение на больших данных.

Примеры задач на экзамене

Задача 1

Загрузить предоставленный преподавателем файл с данными в среду разработки. Определить наличие или отсутствие резко отличающихся от всего ряда или совокупности значений. При необходимости устранить выпадающие значения.

Задача 2

По предложенным преподавателем данным рассчитать описательную статистику (Descriptive statistics). Сделать выводы.

Задача 3

Используя csv-файл с панельными данными постройте регрессию методом МНК средствами языка программирования Python. Сделайте выводы.

Задача 4

Используя csv-файл постройте модель логистической регрессии методом Logit средствами языка программирования Python. Сделайте выводы.

Задача 5

Используя csv-файл реализуйте дендограмму кластерного анализа средствами языка программирования Python. Сделайте выводы.

Модуль 8 Методы машинного обучения в R

1. Сравнительная характеристика языков программирования Python и R для задач машинного обучения.
2. Важнейшие библиотеки R для предобработки данных
3. Важнейшие библиотеки R для визуализации данных
4. Важнейшие библиотеки R для реализации методов машинного обучения.
5. Особенности реализации задач регрессии в R
6. Особенности реализации задач кластеризации в R
7. Особенности реализации задач классификации в R

Примеры задач на экзамене

Задача 1

Загрузить исходный фрагмент текста в RStudio. Проанализировать частоту встречаемости слов, дать полную характеристику текста методом text mining.

Задача 2

Имеется файл с исходными данными. Требуется определить имеются ли объекты со схожими факторами, которые можно бы было объединить в кластеры. Требуется определить оптимальное число кластеров. Требуется описать результаты кластерного анализа методом K-средних на языке R . Сделайте выводы.

Задача 3

По исходным данным, предоставленным преподавателем, определить наиболее часто встречающийся объект методом «Apriori». Сделайте выводы.

Задача 4

По исходным данным, предоставленным преподавателем, построить модель классификации методом ближайшего соседа в RStudio . Сравнить результаты классификации. Сравнить качество классификации с предыдущими методами классификации. Сравнить результаты построенных моделей. Сделайте выводы.

Задача 5

По исходным данным предоставленным преподавателем, построить модель классификации, используя Байесовскую (наивную) классификацию в RStudio. Сравнить результаты классификации. Сравнить качество классификации с предыдущими методами классификации. Сравнить результаты построенных моделей. Сделайте выводы.

Итоговая аттестация. Перечень примерных заданий

Вопросы для подготовки к демонстрационному экзамену:

Модуль 1 Управление ИТ-проектами в АПК

1. Понятие управления ИТ-проектами. Стандарты.

2. Специфика ИТ-проектов в агропромышленном комплексе
3. Жизненный цикл ИТ-проектов в АПК
4. Роли и ответственности в ИТ-проекте
5. Основные этапы и фазы ИТ-проекта
6. Разработка устава ИТ-проекта
7. Анализ заинтересованных сторон
8. Формирование команды ИТ-проекта
9. Разработка плана управления ИТ-проектом
10. Управление временем: составление расписания ИТ-проекта
11. Управление ресурсами: распределение задач и ресурсов
12. Мониторинг и контроль выполнения работ
13. Управление изменениями в проекте
14. Коммуникации и отчетность в проекте
15. Процедуры закрытия проекта
16. Оценка результатов проекта и уроки
17. Документирование и архивация проекта

Модуль 2. Цифровые технологии в культуре тканей и клеток растений

1. Физиологические основы клонального микроразмножения растений.
2. Получение и поддержание культур растительных клеток (каллусная ткань, суспензионная культура).
3. Вторичный метаболизм растений в культуре *in vitro*.
4. Возможности языков программирования для выявления оптимального режима обработки, визуализация результатов в виде графиков функций.
5. Методы описательной статистики и статистики вывода в биотехнологии.
6. Проблемы подбора питательных сред для различных растительных объектов.
7. Возможности искусственного интеллекта для оптимизации состава питательных сред для растений.
7. Методы тестирования статистических гипотез (линейная регрессия, дисперсионный анализ, многомерные методы анализа данных) для выявления оптимального состава питательной среды в соответствии с задачами эксперимента.
8. Основные виды операций в ламинар-боксе при клональном микроразмножении растительных объектов.
9. Использование нейронных сетей и автоматизация технологического процесса работы с асептической культурой растений.
10. Растительный организм как объект математического моделирования.
11. Математические модели физиологических и биохимических процессов роста и развития растительных объектов в культуре *in vitro*.
12. Возможности фенотипирования в биотехнологии растений.
13. Примеры моделей физиологических параметров роста и развития важных сельскохозяйственных культур – подсолнечника (SUNFLO, SUNLAB), кукурузы – CORNFLO.
14. Конструкционные особенности и основные типы биореакторов для асептических растений и растительных клеточных культур.
15. Подбор оптимальных параметров культивирования с использованием

математических моделей для поддержания ростовых и биосинтетических процессов у растительных объектов.

Модуль 3. Цифровые технологии в биохимии и молекулярной биологии

1. Классификация структурных доменов в соответствии с Structural Organization of Proteins (SCOP)

2. Алгоритмы, предсказывающие трёхмерную структуру белка.

3. Использование баз данных в предсказании трёхмерной структуры белка.

4. Компьютерное моделирование трёхмерной структуры белка на основе аминокислотной последовательности.

5. Полногеномное секвенирование в сравнительной геномике и эволюционной биологии

6. Вычислительные методы в сравнительной геномике и эволюционной биологии.

7. Основные типы последовательностей ДНК в геноме.

8. Поиск генов с помощью компьютерных алгоритмов: вероятностный и дискриминационный подходы.

9. Вычислительные методы в распознавании промоторов.

10. Вычислительная геномика.

11. Алгоритмические подходы к кластеризации данных об экспрессии генов.

12. Биоинформатические ресурсы в изучении регуляции экспрессии генов.

13. Механизм и применение РНК-интерференции.

14. Проблемы вычислений и моделирования экспериментов с использованием РНК-интерференции.

15. Вычислительные методы для микроРНК.

16. Компьютерное прогнозирование генов и мишеней микроРНК.

Модуль 4 Биологическая информация и ее интерпретация

1. Предмет биоинформатики: особенность биоинформационных данных, цели и задачи биоинформатики, перспективы применения биоинформатики.

2. Биологические последовательности: информация в молекулярной биологии и генетике.

3. Типы данных в биоинформатике.

4. Базы данных ДНК, РНК, белков, экспрессии, путей, заболеваний, геномные браузеры.

5. Парное выравнивание последовательностей: глобальное (алгоритм Нидлмана-Вунша) и локальное (алгоритм Смита-Уотермана) выравнивание.

6. Матрицы замен (PAM, BLOSSUM).

7. Точечная матрица (dot-plot).

8. Множественное выравнивание последовательностей: этапы выравнивания.

9. Определение и гипотезы молекулярной эволюции.

10. Основы филогенетического анализа: элементы филогенетического дерева, особенности строения филогенетических деревьев, подходы к филогенетическому анализу, методы построения филогенетических деревьев, этапы филогенетического анализа.

Модуль 5 Основы языка программирования Python

1. Сферы применения языка программирования Python.

2. Операции с целыми числами и вещественными числами.
3. Типы данных. Переменные.
4. Стандартный ввод/вывод.
5. Логические операции, операции сравнения.
6. Условия: if, else, elif.
7. Среды разработки Python (IDLE)
8. Циклы while и for.
9. Операторы break, continue.
10. Строки и символы. Списки. Словари.
11. Функции.
12. Интерпретатор: установка, запуск скрипта.
13. Файловый ввод/вывод.
14. Модули, подключение модулей. Установка дополнительных модулей.
15. Библиотеки для анализа данных. NumPy. Библиотека Matplotlib.

Модуль 6 Основы языка программирования R

1. Основные особенности языка R.
2. Библиотеки языка R.
3. Среды разработки языка R.
4. Понимание системы типов R.
5. Вектора, списки, матрицы и массивы.
6. Формулы и функции в R. Атрибуты объектов. Вспомогательные и специальные составные объекты.
7. Символы, константы и операции языка R. Условия (if...else).
8. Циклы for, while и repeat.
9. Взаимодействие языков программирования R и Python.
10. Аргументы функций и сопоставление аргументов.
11. Область видимости объектов.
12. Понятие окружения (Environment).
13. Замыкание и анонимные функции.
14. Возвращаемое значение функции.
15. Класс объекта. Наследование в R.

Модуль 7 Методы машинного обучения в Python

1. Постановка задач применения методов машинного обучения.
2. Сбор данных и их очистка.
3. Важнейшие библиотеки Python для машинного обучения.
4. Исследовательский анализ данных методами машинного обучения.
5. Этап моделирования.
6. Отображение и презентация результатов применения методов машинного обучения.
7. Регрессия в машинном обучении
8. Кластеризация в машинном обучении
9. Задача классификации в машинном обучении
10. Понятие нейронной сети. Персептрон.
11. Определение, реализация и обучение нейронных сетей
- 12.. Адаптивный линейный нейрон. Определение, реализация и обучение.

13. Метод градиентного спуска. Стохастический градиентный спуск в адаптивном линейном нейроне.

14. Динамическое обучение на больших данных.

Модуль 8 Методы машинного обучения в R

1. Сравнительная характеристика языков программирования Python и R для задач машинного обучения.
2. Важнейшие библиотеки R для предобработки данных
3. Важнейшие библиотеки R для визуализации данных
4. Важнейшие библиотеки R для реализации методов машинного обучения.
5. Особенности реализации задач регрессии в R
6. Особенности реализации задач кластеризации в R
7. Особенности реализации задач классификации в R

VII. Завершение обучения по Программе

Лицам, завершившим обучение по Программе и достигших целевого уровня сформированности цифровых компетенций по результатам итоговой оценки и прошедших итоговую аттестацию, присваивается дополнительная ИТ-квалификация, установленная Программой.

При освоении Программы параллельно с получением высшего образования диплом о профессиональной переподготовке выдается не ранее получения соответствующего документа об образовании и о квалификации (за исключением лиц, имеющих среднее профессиональное или высшее образование).

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть Программы и (или) отчисленным из образовательной организации высшего образования, реализующей Программу, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому образовательной организацией высшего образования.