

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МСХА имени К.А. Тимирязева

**Л.В. Красовская, Р.В. Самолетов, М.Н. Степанцевич, С. В. Пчелинцева,
В.В. Кукарцев**

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА В АПК

Учебное пособие

Москва, 2025

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

УДК 633/635:004896(075.8)
ББК 41/42:16.6я73
Ц 75

Рецензенты:

Доцент кафедры автоматизированных систем управления биотехнологическими процессами ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»,
к.т.н., доцент Назойкин Е.А.,

Зав. Кафедрой систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов
ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, к.т.н., доцент Гавриловская Н. В.

Цифровая трансформация растениеводства в АПК: учеб. пособие /
Л.В. Красовская, Р.В. Самолетов, М.Н. Степанцевич, С.В.
Пчелинцева, В.В. Кукарцев; Российский государственный аграрный
университет МСХА имени К.А. Тимирязева. - Москва, 2025. - 151 с.

В работе рассматриваются основные понятия цифровой трансформации растениеводства, включая цифровые технологии, инструменты и методы, а также ИИ, машинное обучение и автоматизация процессов, которые могут быть использованы для повышения эффективности и результативности производства растительной продукции.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям, связанным с растениеводством, которые интересуются возможностями цифровых технологий и искусственного интеллекта в данной области, для преподавателей, работающих в системе повышения квалификации и переподготовки, слушателей курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки, руководителей и специалистов АПК, а также для сотрудников и аспирантов агроинженерных факультетов ВУЗов, которые хотят узнать больше о возможностях цифровых технологий в этой сфере.

В ходе изучения пособия читатели смогут ознакомиться с основными принципами использования цифровых технологий и искусственного интеллекта в растениеводстве, а также научиться применять их на практике для улучшения качества и количества производимой продукции.

ISBN 978-5-9675-2084-6

© Российский государственный аграрный университет
МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025

© Л.В. Красовская, Р.В. Самолетов, М.Н. Степанцевич,
С. В. Пчелинцева, В.В. Кукарцев

С о д е р ж а н и е

1. Цифровая экономика и базовые принципы цифровой трансформации	3
1.1. Основные понятия цифровой экономики и четвёртая промышленная революция	4
1.2. Цифровая трансформация экономики	11
1.3. Использование информационно-коммуникационных технологий в управлении	23
1.4. Сквозные цифровые технологии	65
2. Цифровые технологии в сельском хозяйстве	83
2.1. Перспективы и направления цифровой трансформации АПК	85
2.2. Передовой опыт цифровых преобразований в АПК	87
2.3. Цифровые технологии в управление предприятиями АПК	91
3. Цифровые технологии в растениеводстве	97
3.1. Точечное земледелие	99
3.2. Использование робототехники на предприятиях АПК	119
4. Оценка эффективности использования цифровых технологий в АПК	131
4.1. Методы оценки эффективности внедрения цифровых технологий	132
4.2. Проведение оценки эффективности внедрения цифровых технологий в растениеводстве	143
Список литературы	147

1.1. Основные понятия цифровой экономики и четвёртая промышленная революция

Несомненно, что в современном мире словосочетание «цифровая экономика», стало упоминаться все чаще и чаще. Похоже, что новые технологии, которые активно развиваются в мировом масштабе, скоро перевернут наше представление о возможностях. Взрывной рост социальных сетей, рынка смартфонов, широкополосного доступа к интернету, технологий машинного обучения и искусственного интеллекта меняют мир.

Цифровая глобализация в настоящее время оказывает более ощутимое влияние на экономический рост, чем торговля товарами. Растущая ценность данных и цифрового интеллекта отражается на их высокой рыночной капитализации, и их растущая роль имеет далеко идущие последствия для всей экономической деятельности. Цифровая экономика становится неотъемлемой частью глобальных экономических процессов, являясь двигателем роста и развития компаний. С ускорением развития индустрии 4.0 мир вступил в эпоху цифровой экономики, возглавляемую новым поколением информационно-коммуникационных технологий. Цифровая экономика разрушила барьеры при осуществлении коммуникаций между участниками рынка, обеспечила развитие отечественной и международной экономики в пост эпидемическую эпоху. В период стремительного развития цифровой экономики ее важность проявляется в глубокой интеграции с экономическими и социальными отраслями, содействии цифровой трансформации и постоянном внедрении новых технологий, новых моделей и новых отраслевых процессов. Это приводит к трансформации и модернизации общества, промышленности и предприятия, способствующие устойчивому экономическому развитию на основе инновационных моделей. Кроме того, в результате экономической и промышленной реструктуризации эти инновации вызывают новый виток технологической революции.

Большое количество, новых терминов, которое употребляется авторами многочисленных публикаций о цифровых технологиях, приводят к сложностям в понимании сущности явления цифровой экономики.

В указе Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» содержится следующая формулировка.

Цифровая экономика—хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг.

Данное определение в России принято считать официальным. Оно точно акцентирует внимание на информации (данных) в цифровом формате и, способствует правильному пониманию сути данного феномена. Кроме того, это определение, используемое в официальных документах, в целом не противоречит образу, формируемому в научных трудах большинства современных специалистов.

Согласно определению Всемирного банка цифровая экономика – это «система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий».

Оксфордский словарь определяет цифровую экономику как «экономику, которая главным образом функционирует за счет цифровых технологий, особенно электронных транзакций, осуществляемых с использованием Интернета». Организация экономического сотрудничества и развития рассматривает цифровую экономику как рынок «на основе цифровых технологий, которые облегчают торговлю товарами и услугами с помощью электронной коммерции в Интернете».

Рассмотрев основные подходы к определению цифровой экономики, можно выявить несколько основных характеристик данного понятия:

- сочетание разнообразных видов экономической деятельности как отрасли национальной экономики по производству и реализации информационных продуктов и услуг в цифровой среде;
- структура организационных, технических, социальных и экономических отношений, которая базируется на использовании цифровых технологий в онлайн-режиме;
- совокупность сложных инфраструктурных, технических, программных, организационных, нормативных аспектов, которые дополняют реальную экономику, ориентированную на устойчивый экономический рост;
- тип экономики, которому свойственно практическое использование и активное внедрение современных технологий сбора, обработки, преобразования, хранения и передачи информации.

Таким образом, цифровая экономика представляет собой совокупность социально-экономических и технологических отношений, функционирующих в глобальном информационном пространстве посредством применения сетевых цифровых технологий. Она соединяет в себе новые виды и формы производства и продвижения к потребителю продукции и услуг, которые приводят к непрерывным инновационным изменениям.

Началом цифровизации считают 2008 год, сам термин «цифровая экономика» ввел в обиход Николас Негропonte в 1995 г., хотя он говорил в целом об «Электронной экономике». В мире ускоряется движение таких потоков как информация, идеи и инновации, которые пересекают благодаря Интернет географические границы и вовлекают все большее число людей в процессы глобальной экономики.

На саммите G20 в Ханчжоу в 2016 году официально заявили, что «цифровая экономика относится к виду экономической деятельности, использующему цифровые знания и информацию в качестве ключевых

производственных факторов и являющемуся важным носителем информационно-коммуникационных технологий как важной движущей силы для повышения эффективности и оптимизации структуры экономики». Таким образом, можно видеть, что цифровая экономика обладает двумя ключевыми характеристиками: во-первых, цифровые знания и информация являются ключевыми факторами производства; во-вторых, современные информационные сети и информационно-коммуникационные технологии изменили способ производства и структуру экономики. В процессе сбора, хранения, анализа и обмена информацией широко используются цифровые технологии, такие как Интернет, облачные вычисления, большие данные и блокчейн, а методы социального взаимодействия постепенно меняются. Следует отметить, что цифровые технологии – это технологии общего назначения, которые используются в различных видах экономической деятельности. Ядром цифровой экономики являются непрерывные инновации и прорывные достижения в области информационно-коммуникационных технологий.

Цифровая экономика относится к широкому кругу экономических видов деятельности, которые включают использование оцифрованной информации и знаний в качестве ключевого фактора производства, современных информационных сетей в качестве важного пространства деятельности и эффективного использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в качестве важного фактора роста производительности и оптимизации экономической структуры. Интернет, облачные вычисления, большие данные, Интернет вещей и другие новые цифровые технологии используются для сбора, хранения, анализа и обмена информацией в цифровом виде и преобразования социальных взаимодействий. Оцифрованные, сетевые и интеллектуальные ИКТ позволяют современной экономической деятельности быть более гибкой и умной.

Популярность цифровой экономики породила всплеск публикаций, относимых авторами именно к этой тематике. Большой популярностью пользовались «экономика знаний», «информационная экономика», «электронная экономика» и «управление знаниями». Сейчас на пике популярности словосочетание «цифровая экономика».

Цифровая экономика в настоящее время становится неотъемлемой частью жизни современного общества, с её помощью возникает возможность повышения эффективности всех отраслей. Все шире становятся сферы применения информационно-коммуникационных технологий. С помощью компьютера можно решать огромное количество разнообразных повседневных задач: оплачивать услуги, заказывать такси, очереди, искать необходимую информацию.

Цифровая экономика — это совокупность отношений, складывающихся в процессах производства, распределения, обмена и потребления, основанных на онлайн-технологиях и направленных на удовлетворение потребностей в жизненных благах, что в свою очередь предполагает формирование новых способов и методов хозяйствования и требует действенных методов государственного регулирования.

Глубокое осмысление происходящих процессов дает четкое понимание того, что электронно-информационная революция существенно повлияла на трансформацию экономических отношений. При этом специфика подобных преобразований состоит в том, что процессы производства, распределения и потребления информации стали ключевыми по отношению к другим видам хозяйственной деятельности.

Государство так же принимает меры для развития цифровой экономики в России. Так распоряжением правительства от 28.07.2017 года была утверждена государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Цифровая экономика согласно Программе представлена тремя уровнями: рынки и отрасли экономики (сферы деятельности); платформы и технологии и среда, создающая условия для развития платформ и технологий

и эффективного взаимодействия субъектов рынков и отраслей экономики (сфер деятельности). Последняя охватывает нормативное регулирование, информационную инфраструктуру, кадры и информационную безопасность

Программа нацелена на формирование системы развития и внедрения цифровых технологий во всех областях жизни: в экономике, в предпринимательстве, в государственном управлении, в социальной сфере, в городском хозяйстве. Документ содержит как общие задачи и направления развития цифровой экономики, так и конкретную «дорожную карту». Среди показателей программы, которых планируется достигнуть к 2024 году: обеспечение широкополосного доступа к интернету (100 мбит/с) 97% домашних хозяйств, устойчивое покрытие сети 5G и выше во всех городах-миллионщиках, снижение доли внутреннего сетевого трафика российского сегмента интернета, маршрутизируемого через иностранные серверы, до 5%. Ожидается также, что в России появятся 10 предприятий в сфере высоких технологий и столько же цифровых платформ для основных отраслей экономики, вузы будут выпускать более 120 тыс. специалистов в сфере IT в год, а доля населения, обладающего цифровыми навыками, составит 40%.

Цифровая экономика формируется с ориентацией на потребителя, места реализации и цены, которая должна соответствовать качеству предоставляемой услуги. Сегодня мир находится на пути перехода на этап постиндустриальной цифровой экономики, который способен кардинально изменить мировой рынок:

- Главным ресурсом станет информация.
- Торговые площадки в Интернете не ограничены.
- Организации способны конкурировать с более крупными игроками рынка
- Масштаб операционной деятельности ограничен только размером Интернета.

Цифровые технологии становятся повседневной частью экономической, политической и культурной жизни, хозяйствующих субъектов Российской

Федерации и двигателем развития общества в целом. Россия стоит на прогрессивном этапе развития современной цивилизации, который характеризуется доминированием знаний, науки, технологий и информации во всех жизнедеятельности. Исходя из событий внешней политики и общемировых тенденций перед Россией стоит вопрос глобальной конкурентоспособности и национальной безопасности, и не малую роль в решении данного вопроса играет развитие цифровой экономики в стране. Некоторые элементы цифровой экономики уже успешно функционируют. На сегодня, учитывая массовый перенос документов и коммуникаций на цифровые носители, разрешение электронной подписи, общение с государством также переходит на электронную платформу.

Цифровая экономика России получила значительный импульс развития за последние годы. Определенных успехов достигли частные компании, преобразуется рынок труда, при поддержке государства реализуются беспрецедентные инфраструктурные проекты, повышающие уровень доступности цифровых услуг для населения и бизнеса, широкое распространение получили интернет, мобильная и широкополосная связь. В настоящее время достаточно сложно измерить эффективность цифровой экономики – отсутствует единый подход к измерению, методы расчета ключевых показателей могут быть неточными ввиду незрелости моделей и недостаточного анализа всех особенностей сферы цифровой экономики.

Таким образом, применение цифровых технологий может обеспечить более разумное распределение факторов на рынке, тем самым способствуя качественному экономическому развитию. В порядке для достижения целей экономического развития можно выделить следующие направления развития цифровой экономики:

1. Оптимизировать отраслевую структуру цифровой экономики в соответствии с условиями несбалансированного регионального развития. Каждый регион обладает своими уникальными преимуществами с точки зрения ресурсов, географического положения, природных условий и других

характеристик, что приводит к большому разрыву между региональным развитием и уровнем развития цифровой экономики.

2. Усилить поддержку цифровых инноваций и строительства инфраструктуры, что помогает создать прочную основу для цифровой экономики. С одной стороны, для улучшения цифровых инноваций увеличение вклада цифровых ресурсов, капитала, элементов данных и технологий эквивалентно накоплению инновационного потенциала, необходимого для развития цифровой экономики.

3. Углублять применение цифровой интеграции и обогащать конечный результат цифровой экономики. Интеграция и применение цифровых технологий является конечной целью развития цифровой экономики, и это необходимая предпосылка для построения двойного цикла экономики с целью достижения сочетания цифровых технологий и гармоничного развития трех секторов (сельского хозяйства, промышленности и сферы услуг).

В настоящее время все страны мира активно изучают возможности развития цифровой экономики, надеясь воспользоваться преимуществами новой экономической революции цифровой экономики и возглавить мировое экономическое развитие. Цифровая экономика меняет структуру конкуренции между странами и становится новой движущей силой экономического развития. Таким образом, оценивая уровень развития цифровой экономики способствует детальному изучению преимуществ и недостатков цифровизации, выдвигая практические и целенаправленные предложения по устойчивому и быстрому развитию цифровой экономики в будущем.

1.2 Цифровая трансформация экономики

В настоящее время трансформация цифровых технологий привела к повышению производительности, информатизации, оцифровке и интеллектуальности. Цифровая экономика способствует притоку рабочей силы и других факторов в более эффективные отрасли и повышает

эффективность труда в экономике в целом. С другой стороны, использование цифровых технологий означает, что предприятия могут использовать их для обработки большого объема нестандартной информации. Предприятия могут разумно распределять трудовые ресурсы и повышать эффективность производства. Таким образом, цифровая экономика может повысить эффективность труда за счет изменения распределения трудовых ресурсов и улучшения качества рабочей силы.

В условиях развития цифровой экономики дополнительная высококачественная рабочая сила, капитал и другие ресурсы факторов производства привлекаются в промышленные секторы с высокой добавленной стоимостью, важность которых продолжает расти. Этот трансфер способствует модернизации традиционных отраслей промышленности и появлению новых предприятий. С другой стороны, компании с большей вероятностью выберут высокопроизводительную рабочую силу. Такой выбор вынуждает работников постоянно повышать свое качество, и это может улучшить общее качество работы в отрасли. В результате привлечения дополнительного высококвалифицированного персонала и капитала в этой отрасли формируется эффект агломерации человеческого капитала. Цифровые технологии с их расширяющимися возможностями подключения и создания сетей революционизируют общество, предоставляя больше возможностей для общения, предоставления услуг и торговли

Цифровая трансформация, в узком смысле – это внедрение современных технологий в бизнес-процессы предприятия. Такой подход к определению включает в себя и внедрение современных технологий, и произведение глобальных изменений в управлении, коммуникацией с внешней средой компании, а также другие немаловажные методы и инструменты, способствующие развитию компании. Благодаря этим операциям, сотрудники компании повышают собственную производительность и эффективность действий, а также сама компания

обрастает репутацией прогрессивной организации, из-за повышенной удовлетворённости клиентов от полученных услуг.

Цифровая трансформация производится как внутри отдельно взятых предприятий, так и в целых экономических сферах и отраслях. Зачастую это бывает единственным возможным путём развития, так как весь окружающий мир вокруг них развивается с неимоверной скоростью, под которую необходимо подстраиваться, чтобы не потерять клиентов. Это так же положительно влияет и на жизни отдельных людей, которые только рады развитию таких сфер как розничная торговля, промышленность и государственный сектор.

Цифровизация в ускоренном темпе меняет современную деловую среду. Она создаёт неисчисляемые возможности для компаний. Позволяет им стремительно расти, повышать эффективность и т. д. Однако у неё есть и обратная сторона. Она создаёт некоторые угрозы для бизнеса, которые нередко несут за собой серьёзные последствия. Из-за безостановочного развития бизнес-сфер компании вынуждены при возникновении новых трендов, колоссально менять структуру и формат деятельности, это в большей части случаев является единственным верным способом реагирования. Компании должны разрабатывать специальные стратегии функционирования, главный критерий которых – гибкость. Это позволит им не отставать от информационных трендов, что важно для компаний, нацеленных на достижение успеха.

Цифровая трансформация происходит не только в экономике, но и на уровне некоторых фирм. Исследование этого процесса актуально сейчас, так как можно отметить, что международные фирмы внедряют абсолютно новые технологии и проводят цифровую трансформацию собственных бизнес-моделей для того, чтобы сохранить лидирующие позиции в своей отрасли, создавая технологические барьеры, которые их оппоненты не смогут преодолеть. В последние годы Россия активно развивается в сфере цифровых технологий, ученые активно работают над созданием искусственного

интеллекта, разрабатывают систему увеличения надежности при вычислении и обработке массивов данных.

Открывшиеся реалии современной российской экономики, свидетельствуют о наличии гиперконкуренции практически на всех рынках и яростной борьбой за внимание потребителя. При этом становится абсолютно очевидно, что организации, успешно поймавшие волну цифровой трансформации, и строящие свои бизнес процессы, опираясь на самые современные технологии, стремительно опережают своих конкурентов по всем направлениям деятельности, оставляя их далеко позади. Возникающие при этом разрывы становятся все более распространенным явлением и компании, не подготовленные к возникающим изменениям, и не способные адаптироваться под стремительно меняющуюся конкурентную среду, окажутся на грани выживания, в то время как компании - цифровые лидеры будут завоевывать все новые и новые рынки.

Цифровая трансформация в современных организациях необходима для повышения их шансов на выживание и обеспечения их устойчивого развития. Нами выделено пять ключевых эффектов цифровой трансформации, позволяющих решить данную задачу.

Эффект инвестирования. Заключается в возможности использования альтернативных источников финансирования, базирующихся на применении современных финансовых технологий.

Эффект затрат. Заключается в снижении затрат организации за счет перевода аналоговых бизнес-процессов в цифровой формат. При этом наибольшего уровня экономии удастся достигать за счет снижения затрат на оплату труда, используемые основные фонды, транспортировку и логистику.

Эффект продвижения и масштабирования. Опирается на возможности web-технологий по предоставлению целого набора эффективных инструментов рекламы и продвижения товаров и услуг через глобальную сеть, позволяющих организациям масштабировать свою деятельность и выводить бизнес на новые рынки.

Эффект больших данных. Заключается в совершенствовании аналитики своей деятельности за счет применения современных аналитических инструментов обработки больших данных (Big Data), дающих организациям возможность оценить себя и своё место на рынке, определить свою нишу, сформировать оптимальные модели существования.

Эффект продукта. Заключается в расширении ассортимента за счет создания новых продуктовых линеек, которые могут, как быть аналогом реальных материально-вещественных продуктов, так и являться полностью электронными, т.е. оцифрованными и переданными по средствам глобальной сети.

На пути успешной реализации цифрового трансформационного проекта перед организациями возникает ряд разрывов, тормозящих его и даже способных поставить его реализацию под угрозу:

- нехватка квалифицированных кадров с низкой цифровой грамотностью и отсутствием успешного опыта внедрения ИКТ;
- нехватка финансирования;
- сложившееся нейтральное или негативное корпоративное отношение к изменениям, связанным с цифровыми технологиями;
- отсутствие аналитической работы демонстрирующих возврата инвестиций для оправдания инициатив в области цифровой трансформации;
- недостаточная поддержка цифровой трансформации руководством организации.

Ключевым толчком к выбору в пользу цифровой трансформации является предпочтения потребителя. Как ни странно, но его можно отнести как движущей силой трансформации, так и препятствием на её пути. С одной стороны появляется все больше потребителей выбирающих онлайн взаимодействие с поставщиками товаров и услуг, с другой стороны по-прежнему велик сегмент потребителей находящихся в глухой оппозиции к использованию цифровых технологий, не желающих отказываться от традиционного взаимодействия на рынке.

Цифровые технологии обеспечивают цифровое пространство, в котором значительно снижаются издержки, связанные не только с поиском и обработкой информации, но и с производством, логистическими цепочками и продвижением товаров к конечному потребителю. Информационное поле предприятия, созданное цифровыми технологиями, не имеет определенных границ и постоянно расширяется. Необходима разработка механизма оценки готовности предприятия к цифровым трансформациям.

Проведение комплексной оценки готовности предприятий к цифровым трансформациям предлагается осуществлять согласно разработанной последовательности взаимосвязанных этапов:

1. Расчет показателей готовности предприятий к цифровизации.
2. Установление характерных признаков ситуативной (в т.ч. структурированной и динамической) готовности к цифровым трансформациям.
3. Построение таблиц сопряженности и определение взаимосвязи между категориями (виды цифровых технологий, индикаторы влияния цифровых технологий на рост предприятия и показатели развития предприятия)
4. Построение 3М гистограмм сопряженности категорий оценки готовности к цифровизации для исследуемых предприятий.
5. Обоснование системных параметров общей и ситуативной готовности, раскрывающих и увязывающих организационное, финансово-экономическое и технологическое обеспечение цифровизации, а также готовность персонала к цифровым трансформациям. В первую очередь для оценки готовности предприятия необходимо определить уровень и содержание адаптаций или трансформаций. Возможны ситуации, когда предприятию на данном этапе развития достаточно только цифровой адаптации, то есть в масштабных цифровых изменениях необходимости нет.

Могут складываться и другие ситуации, когда предприятию для сохранения рыночных позиций или получения дополнительных выгод из

возможностей, сложившихся в бизнес-окружении, необходимы достаточно радикальные цифровые изменения. Это потребует разработки соответствующего проекта стратегических изменений и, безусловно, оценки готовности к его внедрению. Учитывая эти обстоятельства, целесообразно разделять и оценивать общую и ситуативную готовность к цифровым трансформациям.

Критерии общей готовности будут типичны для многих предприятий, критерии ситуативной готовности и соответствующие системы показателей должны будут формироваться в зависимости от содержания проекта планируемой цифровой трансформации.

Для осуществления цифровой трансформации и обеспечения высокого уровня готовности предприятия необходимо иметь достаточный уровень экономической устойчивости, динамические способности и цифровые маркетинговые компетенции у персонала.

Далеко не все отрасли экономики имеют высокий спрос на информационные технологии. Наибольший интерес в современных технологиях возникает у финансового сектора, здравоохранения и топливно-энергетического комплекса.

Можно выделить ключевые барьеры и факторы, которые влияют на динамику цифровых преобразований в той или иной отрасли:

1. Текущие проблемы в отрасли. Любая отрасль является уникальной и в каждой существует ряд индивидуальных проблем и их решений. В энергетике в качестве одной из ключевых проблем выделяют неравномерность распределения энергии. С помощью цифровизации возможно более эффективно управлять, а именно балансировать спрос и предложение, распределять энергию в соответствии со спросом. В сельском хозяйстве существует огромная зависимость от климатических условий. Цифровизация позволяет снизить риски, связанные с климатом, а именно с помощью концепции умная ферма, новых технологий по переработке земли.

Именно специфический характер отраслей определяет скорость внедрения и траекторию цифровых технологий.

2. Бизнес-модели. С появлением новых цифровых технологий бизнес-модели организаций также претерпевают изменения. На текущий момент компании становятся более клиенто-ориентированными, и это связано не только с рынком B2C, но и B2B. В бизнес-модели добавляются цифровые каналы взаимодействия с потребителями. Но для отраслей, ориентированных на предпринимательский сектор, то есть B2B результат внедрения изменений в бизнес-модели ощущается через длительное время, поскольку данные отрасли характеризуются длительными инвестиционными циклами. И поэтому эффективность от внедрения новых бизнес-моделей становится заметна лишь через длительное время.

3. Уровень цифровой зрелости. Как было выявлено ранее, цифровизация предполагает не только внедрение информационных технологий, но и изменение бизнес-моделей. Однако следует учитывать, что переход к цифровым решениям должен проходить поэтапно и компаниям необходимо иметь новую материально-техническую базу. По сравнению с многими странами в России достаточно хорошо развит доступ к Интернету. Но согласно исследованиям, в отраслях имеются лидеры по использованию интернет-технологий, а также отстающие.

4. Управление изменениями. Множество отраслей в большей степени не имеют представления о существующих современных технологических решениях. И, как правило, внедрение в отрасль каких-либо новых технологий ведет к сопротивлению. Поэтому при процессе цифровизации необходимо продумать действия для эффективного управления изменениями.

5. Экономическая ситуация в стране. В России темп цифровизации задают крупные компании. Малые и средние компании отстают по темпам внедрения современных решений и, прежде всего, это связано с высокой стоимостью цифровых технологий. В различных отраслях объем инвестиций и срок внедрения различается. В торговле, где крупные компании, как

правило, могут конкурировать с множеством малых компаний, для внедрения элементов цифровой торговли требуется небольшой объем инвестиций. И поэтому данное цифровое решение доступно широкому кругу игроков отрасли. Однако существуют отрасли, в которых цифровые технологии связаны с высокой стоимостью, сроками внедрения и сопряжены с высоким риском. Поэтому для малых компаний в данной отрасли достаточно тяжело внедрять современные решения.

6. Правовое регулирование процесса цифровизации. Цифровизация и использование современных технологий должны осуществляться в соответствии с законами, однако в нашей стране одним из ключевых вопросов внедрения цифровых технологий является отсутствие нормативной базы, которая должна регулировать возникшие отношения. В данном случае в большей степени речь идет о безопасности: защита персональных данных, этические вопросы. Вопросы регулирования, с одной стороны, блокируют развитие отраслей, но, с другой стороны, дают мотивацию для осуществления «серых» схем. Таким образом, ключевым барьером внедрения цифровых технологий является отсутствие четко проработанной нормативной базы

Всего выделяют пять ключевых инструментов цифровой трансформации:

1. Облачные вычисления и хранилища данных. Облачные вычисления позволяют компаниям использовать удаленные вычислительные ресурсы и хранилища данных для улучшения эффективности и масштабируемости своих операций. Они предоставляют гибкость и доступность данных, обеспечивая возможность работать с ними из любой точки мира. Применение облачных вычислений позволяет организациям избавиться от необходимости содержать собственные физические серверы и инфраструктуру. Вместо этого, они могут арендовать вычислительные ресурсы и услуги у провайдеров облачных платформ. Это позволяет компаниям масштабировать свои операции в зависимости от потребностей, экономить на затратах на

оборудование и обслуживание, а также получать более высокую доступность и надежность своих приложений и данных. Хранилища данных в облаке предоставляют компаниям возможность хранить большие объемы данных и обеспечивать их доступность и безопасность. Они предлагают различные модели хранения данных, включая объектное хранилище, блочное хранилище и файловое хранилище. Это позволяет организациям эффективно организовывать, обрабатывать и анализировать данные, а также взаимодействовать с ними в режиме реального времени. Преимущества использования облачных вычислений и хранилищ данных включают гибкость, масштабируемость, удобство использования, экономию затрат, высокую доступность данных и возможность быстрого развертывания новых приложений и сервисов. Эти инструменты также способствуют совместной работе и обмену данными между сотрудниками и различными отделами компании.

2. Интернет вещей (IoT) является одним из ключевых инструментов цифровой трансформации в современной экономике. Он позволяет компаниям подключать физические устройства к интернету, обмениваться данными и автоматизировать различные аспекты бизнеса. Интернет вещей имеет широкое применение в различных отраслях, таких как производство, здравоохранение, энергетика, транспорт и домашняя автоматизация. Подключенные устройства могут собирать данные о состоянии оборудования, потреблении ресурсов, условиях окружающей среды и других параметрах. Эти данные могут быть использованы для мониторинга, анализа и принятия решений.

Преимущества применения IoT включают автоматизацию производственных процессов, оптимизацию использования ресурсов, улучшение качества и эффективности операций. Например, в производственной среде данная модель может использоваться для мониторинга оборудования, прогнозирования отказов, оптимизации рабочих процессов и сокращения времени простоя. Кроме того, интернет вещей

способствует созданию новых продуктов и услуг. Например, в сфере здравоохранения IoT может быть использован для мониторинга пациентов, предоставления удаленной медицинской помощи и улучшения качества жизни. В розничной торговле интернет вещей может быть применен для создания персонализированных взаимодействий с клиентами, улучшения управления запасами и оптимизации процессов доставки.

3. Большие данные и аналитика. Большие данные представляют собой огромные объемы информации, сгенерированные различными источниками, такими как социальные сети, сенсоры, транзакции и другие. Аналитические инструменты позволяют обрабатывать, анализировать и извлекать ценную информацию из этих данных. Это позволяет компаниям получить глубокие инсайты, выявить тренды, предсказать поведение клиентов и принимать обоснованные решения. Благодаря технологиям анализа больших данных, эксперты могут обнаруживать определенные и неожиданные закономерности, на которые обычно человек не способен. Интересным примером применения такой технологии является опыт компании Tesla, известного мирового производителя электромобилей, которая использует аналитику для сбора информации от пользователей. Огромный объем собранной информации о стиле вождения, поведении водителя и других данных, сгенерированных автомобилями, подвергается обработке, что позволяет сотрудникам выявлять закономерности и тенденции. Преимущества использования больших данных и аналитики включают выявление скрытых трендов и паттернов, предсказание поведения клиентов, оптимизацию операций, улучшение процессов принятия решений и создание инновационных продуктов и услуг. Большие данные и аналитика позволяют компаниям принимать обоснованные решения на основе фактов и данных, а не на основе интуиции или предположений.

4. Машинное обучение и искусственный интеллект. Машинное обучение (МО) и искусственный интеллект (ИИ) играют ключевую роль в цифровой трансформации и современной экономике. Они предоставляют

компаниям мощные инструменты для автоматизации процессов, анализа данных и принятия обоснованных решений. Эти ключевые инструменты цифровой трансформации являются основой для развития современных компаний в цифровой экономике. Они помогают организациям стать более гибкими, эффективными и инновационными, открывая новые возможности для роста и успеха.

Для ликвидации имеющихся цифровых разрывов, организациям, необходимо осуществлять системный комплексный подход к трансформации. Одним из путей решения данной задачи может стать создание на базе компаний объединений прикладных цифровых платформ.

Цифровую платформу можно охарактеризовать, как прорывную высокотехнологичную инновацию, представляющую собой интеграционную систему цифрового взаимодействия между двумя или большим числом взаимозависимых групп участников, с целью снижения общих транзакционных издержек, оптимизации бизнес-процессов, повышению эффективности цепочки поставок товаров и услуг.

К преимуществам, которые обеспечивает цифровая платформа для своих участников можно отнести:

- возможность организации онлайн расчетов и платежей за счет сотрудничества платформы с платежными сервисами;
- сокращение длины цепочки поставок, за счет прямого взаимодействия между поставщиками и потребителями товаров и услуг;
- возможность расширения рынка сбыта;
- возможность выбора продукции по оптимальной стоимости за счет большого объема предложений.

«Цифровая платформа — система алгоритмизированных взаимоотношений значимого количества участников рынка, объединенных единой информационной средой, приводящая к снижению транзакционных издержек, за счет применения пакета цифровых технологий и изменения

системы разделения труда». Экономическими преимуществами цифровых платформ являются:

1) минимальные сроки разработки: от создания до внедрения должно проходить менее 2-х лет; за год можно сделать MVP (minimum viable product) – минимально жизнеспособный продукт и оценить его потребность; за 2 года довести до производственного использования;

2) разработка осуществляется без вложения бюджетных средств в формате государственно-частного партнерства (ГЧП), при этом – отраслевые цифровые платформы создаются с учетом интересов государства и отрасли;

3) границы цифровых платформ: оцифровывается вся индустрия, а не ее часть, увеличивается производительность данной отрасли и смежных отраслей. Цифровые платформы позволяют: существенно снизить транзакционные издержки; заменить устаревшие инструменты регулирования (отчеты, заявления и т.п.) для всех участников; ускорить операционные циклы в любой индустрии и тем самым повысить производительность труда; упрощают процесс обучения/вовлечения начинающих специалистов современным профессиональным стандартам; увеличить конкуренцию и упростить принятие инвестиционных решений; они являются высокотехнологичными и допускают постоянное обновление и совершенствование.

1.3. Использование информационно-коммуникационных технологий в управлении

Главным инструментами, на основе которых строится формирование цифровой экономики и её цифровая трансформация является информационных технологии. Без современных достижений в области их развития и внедрения во все сферы социально-экономической деятельности общества невозможно было бы достичь имеющегося уровня развития цифровой экономики. Разберёмся в сущности данного понятия и определим роль информационных

технологий и информационно-коммуникационных технологий в управлении процессами, происходящими в обществе.

Для начал определим, что подразумевается под понятием «технология».

Технология (от греч. *techne* — искусство, мастерство, умение + «логия») — совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции; научная дисциплина, изучающая физические, химические, механические и другие закономерности, действующие в технологических процессах. Технологией называют также сами операции добычи, обработки, транспортировки, хранения, контроля, являющиеся частью общего производственного процесса.

Таким образом, в общем технологии можно охарактеризовать как: совокупность методов, способов воздействия на сырье, материалы соответствующими орудиями производства в процессе создания материальных и духовных ценностей.

Сырьем, материалом информационных технологий является информация, а методы и способы, с помощью которых обрабатывается, хранится, передается информация, довольно разнообразны.

Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006, № 149-ФЗ определяет понятие информационных технологии как: Процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов. Однако существуют множество других определений данного термина. Приведём некоторые из них.

ГОСТ 7.0–99 Информационно-библиотечная деятельность, библиография определяет информационные технологии как совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств, объединенных в технологический комплекс, обеспечивающий сбор, создание, хранение, накопление, обработку, поиск, вывод, копирование, передачу и распространение информации.

Согласно определению, принятому ЮНЕСКО, информационная технология – это комплекс взаимосвязанных, научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации; вычислительная техника и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, их практические приложения, а также связанные со всем этим социальные, экономические и культурные проблемы.

По Дж. Веллингтону, «Информационные технологии — это системы, созданные для производства, передачи, отбора, трансформации и использования информации в виде звука, текста, графического изображения и цифровой информации. В основе данных систем используются компьютерные и телекоммуникационные технологии (базирующиеся на микроэлектронике), которые, в свою очередь, могут использоваться совместно с другими видами технологий для усиления конечного эффекта». Дж. Веллингтон подразумевает под информационными технологиями сочетание «3C—computers, communications, chips»(компьютеры, коммуникации, микроэлектроника).

На основе приведённых выше определений можно сформулировать следующую дефиницию понятию информационные технологии: это процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи информации для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса, явления. Средствами информационной технологии являются технические средства обработки информации (персональный компьютер и его внешние устройства), средства передачи информации (вычислительные сети, телефон, телеграф, факс), ее хранения, программные продукты. Информационная технология применяет различные методы обработки и передачи информации. Цель информационной технологии — производство информации для ее анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия.

Информационные технологии в процессе своего развития прошли несколько этапов, среди которых можно выделить следующие:

Этап 1 (до середины XIX в.) – «ручная» информационная технология, инструментарий которой составляли: перо, чернильница, бумага, книга. Коммуникации осуществлялись ручным способом путем отправления по почте писем, пакетов, депеш. Основная цель технологии этого этапа – представление информации в нужной форме.

Этап 2 (до конца XIX в.) – «механическая» технология, инструментарий которой составляли: пишущая машинка, арифмометр, телефон, диктофон, почта, оснащенная более совершенными средствами доставки. Основная цель технологии – представление информации в нужной форме более удобными техническими средствами.

Этап 3 (до середины XX в.) – «электрическая» технология, инструментарий которой составляли электромеханические вычислительные машины: перфораторы, табуляторы и т. д., а также электрические пишущие машинки, ксероксы, портативные диктофоны. Изменяется цель технологии. Акцент начинает перемещаться с формы представления информации на формирование ее содержания.

Этап 4 (до начала 70-х гг. XX в.) – «электронная» технология, основным инструментарием которой становятся большие ЭВМ и создаваемые на их базе автоматизированные системы управления (АСУ) и информационно-поисковые системы (ИПС), оснащенные широким спектром базовых и специализированных программных комплексов. Основное внимание уделяется формированию содержательной стороны информации для управленческой среды различных сфер общественной жизни, особенно на организацию аналитической работы.

Этап 5 (с середины 80-х гг. XX в.) – «компьютерная» технология, основным инструментарием которой является персональный компьютер с широким спектром стандартных программных продуктов разного назначения. На этом этапе происходит процесс персонализации АСУ, который проявляется в создании систем поддержки принятия решений определенными специалистами. Подобные системы имеют встроенные

элементы анализа и интеллекта для разных уровней управления, реализуются на персональном компьютере и используют средства телекоммуникации. В связи с переходом на микропроцессорную базу существенным изменениям подвергаются и технические средства бытового и культурного назначения. Основная цель состоит в вовлечении пользователя в технологический процесс обработки информации.

Этап 6 (1990 г. по настоящее время) – «сетевая компьютерная» технология, базирующаяся на объединении большого числа компьютеров различных классов каналами связи и средствами передачи данных в единое информационное пространство. Основная цель – ускорить процессы передачи и обмена информацией, приблизить их к режиму реального времени.

В числе отличительных свойств информационных технологий, имеющих стратегическое значение для развития общества, представляется целесообразным выделить следующие наиболее важные свойства:

1. ИТ позволяют активизировать и эффективно использовать информационные ресурсы общества, которые являются наиболее важным стратегическим фактором его развития. Опыт показывает, что активизация, распространение и эффективное использование информационных ресурсов (научных знаний, открытий, изобретений, технологий, передового опыта) позволяют получить существенную экономию других видов ресурсов: сырья, энергии, полезных ископаемых, материалов и оборудования, людских ресурсов, социального времени.

2. ИТ позволяют оптимизировать и во многих случаях автоматизировать информационные процессы, которые в последние годы занимают все большее место в жизнедеятельности человеческого общества. Общеизвестно, что развитие цивилизации происходит в направлении становления информационного общества, в котором объектами и результатами труда большинства занятого населения становятся уже не материальные ценности, а, главным образом, информация и научные знания. В большинстве развитых стран большая часть занятого населения в той или

иной мере связана с процессами подготовки, хранения, обработки и передачи информации и, поэтому, вынуждена осваивать и практически использовать соответствующие этим процессам ИТ.

3. Информационные процессы являются важными элементами других более сложных производственных или же социальных процессов. Поэтому очень часто информационные технологии выступают в качестве компонентов соответствующих производственных или социальных технологий. При этом они, как правило, реализуют наиболее важные, «интеллектуальные» функции этих технологий. Характерными примерами являются системы автоматизированного проектирования промышленных изделий, гибкие автоматизированные и роботизированные производства, автоматизированные системы управления технологическими процессами и т. п.

4. ИТ сегодня играют исключительно важную роль в обеспечении информационного взаимодействия между людьми, а также в системах подготовки и распространения массовой информации. В дополнение к ставшим уже традиционными средствами связи (телефон, телеграф, радио и телевидение) в социальной сфере все более широко используются системы электронных телекоммуникаций, электронная почта, факсимильная передача информации и другие виды связи. Эти средства быстро ассимилируются культурой современного общества, так как они не только создают большие удобства, но и снимают многие производственные, социальные и бытовые проблемы, вызываемые процессами глобализации и интеграции мирового общества, расширением внутренних и международных экономических и культурных связей, миграцией населения и его все более динамичным перемещением по планете.

5. ИТ занимают сегодня центральное место в процессе интеллектуализации общества, развития его системы образования и культуры. Практически во всех развитых и во многих развивающихся странах компьютерная и телевизионная техника, учебные программы на оптических дисках и мультимедиа-технологии становятся привычными атрибутами не

только высших учебных заведений, но и обычных школ системы начального и среднего образования. Использование обучающих информационных технологий оказалось весьма эффективным методом и для систем самообразования, продолженного обучения, а также для систем повышения квалификации и переподготовки кадров.

6. ИТ играют ключевую роль также и в процессах получения и накопления новых знаний. При этом, на смену традиционным методам информационной поддержки научных исследований путем накопления, классификации и распространения научно-технической информации приходят новые методы, основанные на использовании вновь открывающихся возможностей информационной поддержки фундаментальной и прикладной науки, которые предоставляют современные информационные технологии.

Современные методы получения и накопления знаний базируются на теории искусственного интеллекта, методах информационного моделирования, когнитивной компьютерной графики, позволяющих найти решения плохо формализуемых задач, а также задач с неполной информацией и нечеткими исходными данными.

7. Принципиально важное для современного этапа развития общества заключается в том, что использование ИТ может оказать существенное содействие в решении глобальных проблем человечества и, прежде всего, проблем, связанных с необходимостью преодоления переживаемого мировым сообществом глобального кризиса цивилизации. Ведь именно методы информационного моделирования глобальных процессов, особенно в сочетании с методами космического информационного мониторинга, могут обеспечить возможность прогнозирования многих кризисных ситуаций в регионах повышенной социальной и политической напряженности, а также в районах экологического бедствия, в местах природных катастроф и крупных технологических аварий, представляющих повышенную опасность для общества.

Информационные технологии можно классифицировать следующим образом.

1. По признаку наполняемости:

- предметные (бескомпьютерные) (бумага, карандаш, пишущая машинка) — наполняемость технологических процедур ручным операциями;
- обеспечивающие — наполняемость общесистемными операциями;
- функциональные — наполняемость операциями из предметной области.

2. По степени централизации технологического процесса:

- централизованные — обработка информации и решение функциональных задач экономического объекта производятся в центре обработки ИТ (в центральном сервере, в организованной на предприятии вычислительной сети либо в отраслевом или территориальном информационно-вычислительном центре);

• децентрализованные — основаны на локальном применении средств вычислительной техники, установленных на рабочих местах пользователей для решения конкретных задач; такие ИТ не имеют централизованного автоматизированного хранилища данных, но обеспечивают пользователей средствами коммуникации для обмена данными между узлами сети;

- комбинированные — характеризуются интеграцией процессов решения функциональных задач на местах с использованием совместных баз данных и концентрацией всей информации системы в автоматизированном банке данных.

3. По типу предметной области:

- бухгалтерский учет;
- страховая деятельность;
- банковская деятельность;
- налоговая деятельность;
- аудит;
- другие.

4. По степени охвата АИТ задач управления:

- автоматизированная обработка данных;
- автоматизация функций управления;
- поддержка принятия решений;
- электронный офис;
- экспертная поддержка.

5. По классу реализуемых технологических операций:

- работа с текстовыми редакторами;
- работа с табличными процессорами;
- работа с СУБД;
- работа с графическими объектами;
- мультимедийные системы; гипертекстовые системы.

6. По типу пользовательского интерфейса:

- пакетные;
- диалоговые;
- сетевые.

Пакетный режим характеризуется следующими свойствами:

- решение задачи формализовано, не требуется вмешательства человека, пользователь не может влиять на решение задачи);
- большой объем входных и выходных данных, хранятся в основном на магнитных носителях;
- расчет выполняется для большинства записей входных файлов;
- требуется много времени для решения (из-за больших объемов данных);
- решение задач регламентировано (задана периодичность решения).

В диалоговом режиме пользователь может влиять на процесс решения задачи. Большое значение при этом имеет интерфейс.

Сетевой режим предоставляет пользователю телекоммуникационные средства доступа к территориально удаленным информационным и вычислительным ресурсам.

7. По степени типизации операций:

- пооперационная — за каждой операцией закрепляется рабочее место с техническим средством (характерны для пакетного режима обработки информации, выполняемой на больших ЭВМ);

- попредметная — все операции выполняются на одном рабочем месте.

8. По способу построения сети:

- локальные;
- многоуровневые (иерархические);
- распределенные.

С учетом этого получим следующие виды ИТ:

- Информационная технология первичной обработки данных
- Информационная технология управления
- Автоматизация офиса
- Информационная технология поддержки принятия решений

Информационная технология первичной обработки данных (ИТ ПОД)

Информационная технология первичной обработки данных предназначена для решения хорошо структурированных задач, по которым имеются необходимые входные данные и известны алгоритмы и другие стандартные процедуры их обработки. Эта технология применяется на уровне операционной (исполнительской) деятельности персонала невысокой квалификации в целях автоматизации некоторых рутинных постоянно повторяющихся операций управленческого труда. Поэтому внедрение информационных технологий и систем на этом уровне существенно повысит производительность труда персонала, освободит его от рутинных операций, возможно, даже приведет к необходимости сокращения численности работников.

На уровне операционной деятельности решаются следующие задачи:

- обработка данных об операциях, производимых фирмой;
- создание периодических контрольных отчетов о состоянии дел в фирме;
- получение ответов на всевозможные текущие запросы и оформление их в виде бумажных документов или отчетов.

Примеры рутинных операций:

- операция проверки на соответствие нормативу уровня запасов указанных товаров на складе. При уменьшении уровня запаса выдается заказ поставщику с указанием потребного количества товара и сроков поставки;
- операция продажи товаров фирмой, в результате которой формируется выходной документ для покупателя в виде чека или квитанции.

Пример контрольного отчета: ежедневный отчет о поступлениях и выдачах наличных средств банком, формируемый в целях контроля баланса наличных средств.

Пример запроса: запрос к базе данных по кадрам, который позволит получить данные о требованиях, предъявляемых к кандидатам на занятие определенной должности.

Существует несколько особенностей, связанных с обработкой данных, отличающих данную технологию от всех прочих:

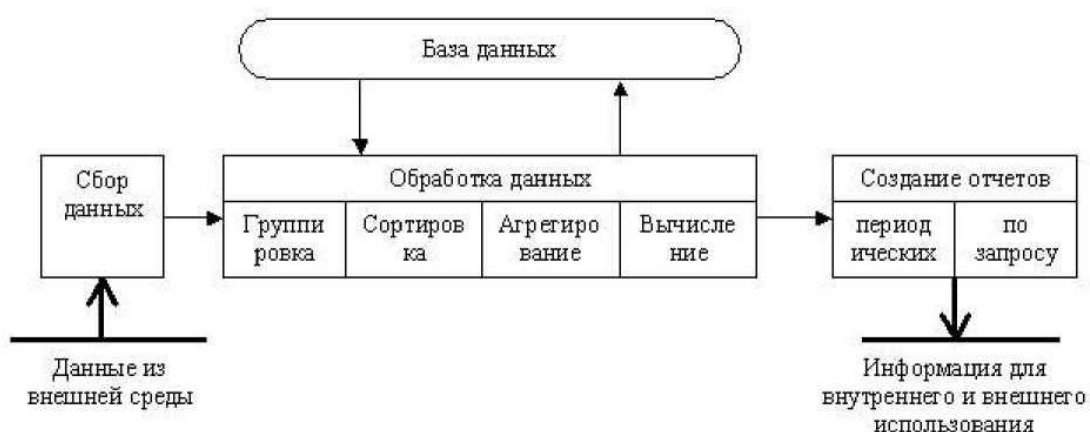
- выполнение необходимых фирме задач по обработке данных. Каждой фирме предписано законом иметь и хранить данные о своей деятельности, которые можно использовать как средство обеспечения и поддержания контроля на фирме. Поэтому в любой фирме обязательно должна быть информационная система обработки данных и разработана соответствующая информационная технология;
- решение только хорошо структурированных задач, для которых можно разработать алгоритм;
- выполнение стандартных процедур обработки. Существующие стандарты определяют типовые процедуры обработки данных и предписывают их соблюдение организациями всех видов;

- выполнение основного объема работ в автоматическом режиме с минимальным участием человека;
- использование детализированных данных. Записи о деятельности фирмы имеют детальный (подробный) характер, допускающий проведение ревизий. В процессе ревизии деятельность фирмы проверяется хронологически от начала периода к его концу и от конца к началу;
- акцент на хронологию событий;
- требование минимальной помощи в решении проблем со стороны специалистов других уровней.

Основные компоненты

Представим основные компоненты информационной технологии обработки данных и приведем их характеристики.

Сбор данных. По мере того как фирма производит продукцию или услуги, каждое ее действие сопровождается соответствующими записями данных. Обычно действия фирмы, затрагивающие внешнее окружение,



выделяются особо как операции, производимые фирмой.

Рисунок 1.1 – Сбор данных в БД

Обработка данных. Для создания из поступающих данных информации, отражающей деятельность фирмы, используются следующие типовые операции:

- классификация или группировка. Первичные данные обычно имеют

вид кодов, состоящих из одного или нескольких символов. Эти коды, выражающие определенные признаки объектов, используются для идентификации и группировки записей.

При расчете заработной платы каждая запись включает в себя под (табельный номер) работника, код подразделения, в котором он работает, занимаемую должность и т. п. В соответствии с этими кодами можно произвести разные группировки.

- сортировка, с помощью которой упорядочивается последовательность записей;
- вычисления, включающие арифметические и логические операции. Эти операции, выполняемые над данными, дают возможность получать новые данные;
- укрупнение или агрегирование, служащее для уменьшения количества данных и реализуемое в форме расчетов итоговых или средних значений.

Хранение данных. Многие данные на уровне операционной деятельности необходимо сохранять для последующего использования либо здесь же, либо на другом уровне. Для их хранения создаются базы данных.

Создание отчетов (документов). В информационной технологии обработки данных необходимо создавать документы для руководства и работников фирмы, а также для внешних партнеров. При этом документы или в связи с проведенной фирмой операцией так и периодически в конце каждого месяца, квартала или года.

Информационная технология управления (ИТ У)

Целью информационной технологии управления является удовлетворение информационных потребностей всех без исключения сотрудников фирмы, имеющих дело с принятием решений. Она может быть полезна на любом уровне управления.

Эта технология ориентирована на работу в среде информационной системы управления и используется при худшей структурированности

решаемых задач, если их сравнивать с задачами, решаемыми с помощью информационной технологии обработки данных.

ИС управления идеально подходят для удовлетворения сходных информационных потребностей работников различных функциональных подсистем (подразделений) или уровней управления фирмой. Поставляемая ими информация содержит сведения о прошлом, настоящем и вероятном будущем фирмы. Эта информация имеет вид регулярных или специальных управленческих отчетов.

Для принятия решений на уровне управленческого контроля информация должна быть представлена в агрегированном виде так, чтобы просматривались тенденции изменения данных, причины возникших отклонений и возможные решения. На этом этапе решаются следующие задачи обработки данных:

- оценка планируемого состояния объекта управления;
- оценка отклонений от планируемого состояния;
- выявление причин отклонений;
- анализ возможных решений и действий.

Информационная технология управления направлена на создание различных видов отчетов.

Регулярные отчеты создаются в соответствии с установленным графиком, определяющим время их создания, например месячный анализ продаж компании.

Специальные отчеты создаются по запросам управленцев или когда в компании произошло что-то незапланированное.

И те, и другие виды отчетов могут иметь форму суммирующих, сравнительных и чрезвычайных отчетов.

В суммирующих отчетах данные объединены в отдельные группы, отсортированы и представлены в виде промежуточных и окончательных итогов по отдельным полям.

Сравнительные отчеты содержат данные, полученные из различных

источников или классифицированные по различным признакам и используемые для целей сравнения.

Чрезвычайные отчеты содержат данные исключительного (чрезвычайного) характера.

Использование отчетов для поддержки управления оказывается особенно эффективным при реализации так называемого управления по отклонениям.

Управление по отклонениям предполагает, что главным содержанием получаемых менеджером данных должны являться отклонения состояния хозяйственной деятельности фирмы от некоторых установленных стандартов (например, от ее запланированного состояния). При использовании на фирме принципов управления по отклонениям к создаваемым отчетам предъявляются следующие требования:

- отчет должен создаваться только тогда, когда отклонение произошло;
- сведения в отчете должны быть отсортированы по значению критического для данного отклонения показателя;
- все отклонения желательно показать вместе, чтобы менеджер мог уловить существующую между ними связь;
- в отчете необходимо показать количественное отклонение от нормы.

Основные компоненты

Входная информация поступает из систем операционного уровня. Выходная информация формируется в виде управленческих отчетов в удобном для принятия решения виде.



Рисунок 1.2 – Схема информационных потоков БД

Содержимое базы данных при помощи соответствующего программного обеспечения преобразуется в периодические и специальные отчеты, поступающие к специалистам, участвующим в принятии решений в организации. База данных, используемая для получения указанной информации, должна состоять из двух элементов:

- 1) данных, накапливаемых на основе оценки операций, проводимых фирмой;
- 2) планов, стандартов, бюджетов и других нормативных документов, определяющих планируемое состояние объекта управления (подразделения фирмы).

Автоматизация офиса (ИТ АО)

Исторически автоматизация началась на производстве и затем распространилась на офис, имея вначале целью лишь автоматизацию рутинной секретарской работы. По мере развития средств коммуникаций автоматизация офисных технологий заинтересовала специалистов и управленцев, которые увидели в ней возможность повысить производительность своего труда.

Автоматизация офиса призвана не заменить существующую традиционную систему коммуникации персонала (с ее совещаниями, телефонными звонками и приказами), а лишь дополнить ее новыми компьютерными компонентами. Используясь совместно, обе эти системы обеспечат рациональную автоматизацию управленческого труда и наилучшее

обеспечение управленцев информацией.

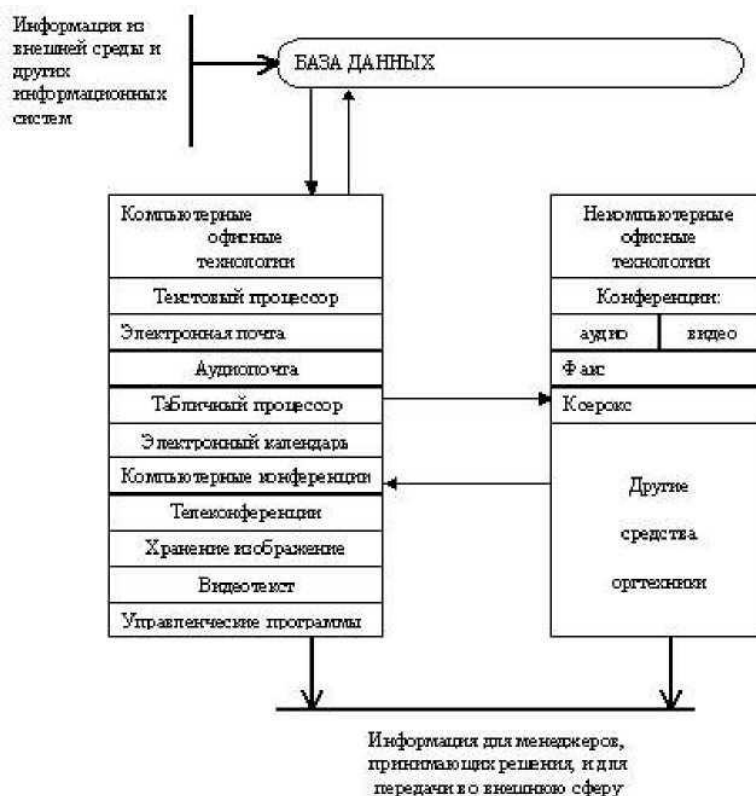


Рисунок 1.3 – Работа электронного офиса

Автоматизированный офис привлекателен для менеджеров всех уровней управления в фирме не только потому, что поддерживает внутрифирменную связь персонала, но также потому, что предоставляет им новые средства коммуникации с внешним окружением.

Информационная технология автоматизированного офиса - организация и поддержка коммуникационных процессов как внутри организации, так и с внешней средой на базе компьютерных сетей и других современных средств передачи и работы с информацией.

Офисные автоматизированные технологии используются управленцами, специалистами, секретарями и конторскими служащими, особенно они привлекательны для группового решения проблем. Они позволяют повысить производительность труда секретарей и конторских работников и дают им возможность справляться с возрастающим объемом работ. Однако это преимущество является второстепенным по сравнению с возможностью использования автоматизации офиса в качестве инструмента для решения

проблем. Улучшение принимаемых менеджерами решений в результате их более совершенной коммуникации способно обеспечить экономический рост фирмы.

В настоящее время известно несколько десятков программных продуктов для компьютеров и некомпьютерных технических средств, обеспечивающих технологию автоматизации офиса; текстовый процессор, табличный процессор, электронная почта, электронный календарь, аудиопочта, компьютерные и телеконференции, видеотекст, хранение изображений, а также специализированные программы управленческой деятельности: ведения документов, контроля за исполнением приказов и т.д.

Также широко используются некомпьютерные средства: аудио- и видеоконференции, факсимильная связь, ксерокс и другие средства оргтехники.

Основные компоненты

База данных. Обязательным компонентом любой технологии является база данных. В автоматизированном офисе база данных концентрирует в себе данные о производственной системе фирмы так же, как в технологии обработки данных на операционном уровне. Информация в базу данных может также поступать из внешнего окружения фирмы. Специалисты должны владеть основными технологическими операциями по работе в среде баз данных.

В базе данных собираются сведения о ежедневных продажах, передаваемые торговыми агентами фирмы на главный компьютер, или сведения о еженедельных поставках сырья.

Могут ежедневно по электронной почте поступать с биржи сведения о курсе валют или котировках ценных бумаг, в том числе и акций этой фирмы, которые ежедневно корректируются в соответствующем массиве базы данных.

Информация из базы данных поступает на вход компьютерных приложений (программ), таких, как текстовый процессор, табличный

процессор, электронная почта, компьютерные конференции и др. Любое компьютерное приложение автоматизированного офиса обеспечивает работникам связь друг с другом и с другими фирмами.

Полученная из баз данных информация может быть использована и в некомпьютерных технических средствах для передачи, тиражирования, хранения.

Текстовый процессор. Это вид прикладного программного обеспечения, предназначенный для создания и обработки текстовых документов

Электронная почта. Электронная почта (E-mail), основываясь на сетевом использовании компьютеров, дает возможность пользователю получать, хранить и отправлять сообщения своим партнерам по сети..

Аудиопочта. Это почта для передачи голосовых сообщений. Она напоминает электронную почту, за исключением того, что вместо набора сообщения на клавиатуре компьютера вы передаете его через телефон. Главным преимуществом аудиопочты по сравнению с электронной является то, что при ее использовании не нужно вводить данные с клавиатуры.

Табличный процессор. Он так же, как и текстовый процессор, является базовой составляющей информационной культуры любого сотрудника и автоматизированной офисной технологии. ввод данных как с клавиатуры, так и из баз данных.

Электронный календарь. Он предоставляет еще одну возможность использовать сетевой вариант компьютера для хранения и манипулирования рабочим расписанием управленцев и других работников организации.

Компьютерные конференции и телеконференции. Компьютерные конференции используют компьютерные сети для обмена информацией между участниками группы, решающей определенную проблему.

Видеотекст. Он основан на использовании компьютера для получения отображения текстовых и графических данных на экране монитора. Для лиц, принимающих решение, имеются три возможности получения информации в форме видеотекста.

Хранение изображений. В любой фирме необходимо длительное время хранить большое количество документов. Их число может быть так велико, что хранение даже в форме файлов вызывает серьезные проблемы. Поэтому возникла идея хранить не сам документ, а его образ (изображение), причем хранить в цифровой форме.

Аудиоконференции. Они используют аудиосвязь для поддержания коммуникаций между территориально удаленными работниками или подразделениями фирмы. Наиболее простым техническим средством реализации аудиоконференций является телефонная связь, оснащенная дополнительными устройствами, дающими возможность участия в разговоре более чем двум участникам. Создание аудиоконференций не требует наличия компьютера, а лишь предполагает использование двухсторонней аудиосвязи между ее участниками.

Видеоконференции. Они предназначены для тех же целей, что и аудиоконференции, с применением видеоаппаратуры.

Факсимильная связь. Эта связь основана на использовании факс-аппарата, способного читать документ на одном конце коммуникационного канала и воспроизводить его изображение на другом.

Информационная технология поддержки принятия решений (ИТ ППР)

Системы поддержки принятия решений и соответствующая им информационная технология появились усилиями в основном американских ученых в конце 70-х - начале 80-х гг., чему способствовали широкое распространение персональных компьютеров, стандартных пакетов прикладных программ, а также успехи в создании систем искусственного интеллекта.

Главной особенностью информационной технологии поддержки принятия решений является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса в котором участвуют:

- система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления;
- человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.



Рисунок 1.4 – Принятие решений с помощью ИТ

Окончание итерационного процесса происходит по воле человека. В этом случае можно говорить о способности информационной системы совместно с пользователем создавать новую информацию для принятия решений.

Дополнительно к этой особенности информационной технологии поддержки принятия решений можно указать еще ряд ее отличительных характеристик:

- ориентация на решение плохо структурированных (формализованных) задач;
- сочетание традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- направленность не на непрофессионального пользователя компьютера, а специалиста предметной области.

Сегодня в области автоматизации управления анализ информации доминирует на предварительной стадии подготовки решений - обработки первичной информации, декомпозиции проблемной ситуации. Все это позволяет познать лишь фрагменты и детали процессов, а не ситуацию в целом. Для преодоления этого недостатка надо научиться строить базы

знаний, используя опыт лучших специалистов, а также генерировать недостающие знания.

Использование информационных технологий (ИТ) в различных сферах человеческой деятельности, экспоненциальный рост объемов информации и необходимость оперативно реагировать в любых ситуациях потребовали поиска адекватных путей решения возникающих проблем. Эффективнейшим из них является путь интеллектуализации информационных технологий.

Под интеллектуальными информационными технологиями обычно понимают такие информационные технологии, в которых предусмотрены следующие возможности:

- наличие баз знаний, отражающих опыт конкретных людей, групп, обществ, человечества в целом в решении творческих задач в выделенных сферах деятельности, традиционно считавшихся прерогативой интеллекта человека (например, такие плохоформализуемые задачи, как принятие решений, проектирование, извлечение смысла, объяснение, обучение и т. п.);
- наличие моделей мышления на основе баз знаний: правил и логических выводов; аргументации и рассуждения; распознавания и классификации ситуаций; обобщения и понимания и т. п.;
- способность формировать вполне четкие решения на основе нечетких, нестрогих, неполных, недоопределенных данных;
- способность объяснять выводы и решения, т. е. наличие механизма объяснений;
- способность к обучению, переобучению и, следовательно, к развитию.

Knowledge Discovery (KD) - технологии неформализованного поиска скрытых закономерностей в данных и информации, которые базируются на новейших технологиях формирования и структурирования информационных образов объектов, что ближе всего лежит к принципам обработки информации интеллектуальными системами.

Decision Support (DS) - информационные технологии поддержки процесса принятия решений представляют собой оболочки экспертных систем или специализированные экспертные системы, которые предоставляют возможность аналитикам определять отношения и взаимосвязи между информационными структурами в базах структурированной информации предприятия, а также прогнозировать возможные результаты принятия решений.

Тенденции развития ИИТ

Системы связи и коммуникаций. Глобальные информационные сети и ИИТ могут в корне поменять наши представления о компаниях и самом умственном труде. Присутствие сотрудников на рабочем месте станет практически ненужным. Люди могут работать дома и взаимодействовать друг с другом при необходимости через сети. Известен, например, успешный опыт создания новой модификации самолета "Боинг-747" распределенным коллективом специалистов, взаимодействующих по Internet. Местонахождение участников каких-либо разработок будет играть все меньшую роль, зато возрастает значение уровня квалификации участников. Другая причина, определившая бурное развитие ИИТ, связана с усложнением систем коммуникации и решаемых на их основе задач. Потребовался качественно новый уровень "интеллектуализации" таких программных продуктов, как системы анализа разнородных и нестрогих данных, обеспечения информационной безопасности, выработки решений в распределенных системах и т. п.

Образование. Уже сегодня дистанционное обучение начинает играть важную роль в образовании. А внедрение ИИТ позволит существенно индивидуализировать этот процесс согласно с потребностями и способностями каждого обучаемого.

Быт. Информатизация быта уже началась, но с развитием ИИТ появятся принципиально новые возможности. Постепенно компьютеру будут передаваться все новые функции: контроль над состоянием здоровья

пользователя, управление бытовыми приборами, такими как увлажнители, освежители воздуха, обогреватели, ионизаторы, музыкальные центры, средства медицинской диагностики и т. п. Другими словами, системы станут еще и диагностами состояния человека и его жилища. Будет обеспечено комфортное информационное пространство в помещениях, где информационная среда станет частью окружающей человека среды.

Перспективы развития ИИТ

Представляется, что в настоящее время ИИТ подошли к принципиально новому этапу своего развития. Так, за последние 10 лет существенно расширились возможности ИИТ за счет разработки новых типов логических моделей, появления новых теорий и представлений.

Узловыми точками в развитии ИИТ считаются:

- переход от логического вывода к моделям аргументации и рассуждения;
- поиск релевантных знаний и порождение объяснений;
- понимание и синтез текстов;
- когнитивная графика, т. е. графическое и образное представление знаний;
- мультиагентные системы;
- интеллектуальные сетевые модели;
- вычисления, основанные на нечеткой логике, нейронных сетях, генетических алгоритмах, вероятностных вычислениях (реализуемых в различных комбинациях друг с другом и с экспертными системами);
- проблема метазнаний.

Новой парадигмой создания перспективных ИИТ стали мультиагентные системы. Здесь предполагается, что агент - это самостоятельная интеллектуальная система, имеющая свою систему целеполагания и мотивации, свою область действий и ответственности. Взаимодействие между агентами обеспечивается системой более высокого уровня - метаинтеллектом. В мультиагентных системах (МАС) моделируется

виртуальное сообщество интеллектуальных агентов - объектов, которые автономны, активны, вступают в различные "социальные" отношения - кооперации и сотрудничества (дружбы), конкуренции, соревнования, вражды и т. п. "Социальный" аспект решения современных задач и есть фундаментальная особенность концептуальной новизны передовых интеллектуальных технологий - виртуальных организаций, виртуального общества.

В основе стратегии интеллектуальных технологий лежит понятие парадигмы - концептуального представления на суть проблемы или задачи и принцип ее решения.

Центральная парадигма интеллектуальных технологий - это обработка знаний.

Системы, ядром которых является база знаний или модель предметной области, описанная на языке сверхвысокого уровня, приближенном к естественному языку, называют интеллектуальными.

Чаще всего интеллектуальные системы (ИС) применяются для решения сложных задач, связанных с использованием слабо формализованных знаний специалистов - практиков, а также с логической обработкой информации. Например, поддержка принятия решения в сложных ситуациях, анализ визуальной информации, управление в электрических цепях электрооборудования и сетях распределения электроэнергии; поиск неисправностей в электронных устройствах, диагностика отказов контрольно - измерительного оборудования и т. д.

Типичными примерами ИС являются:

- экспертные системы (ЭС)
- искусственные нейронные сети (ИНС),

берущие на себя решение вопросов извлечения и структурирования знаний, а также технологические аспекты разработки систем, основанных на знаниях.

Рассмотрим исторические аспекты развития интеллектуальных систем

4 октября 1939 г. по решению суда изобретателем первого цифрового электронного компьютера признан Джон Винсент Атанасов и его ассистент Клиффорд Берри (Университет штата Айова). Половинчатое признание первенства Атанасова является следствием скандального судебного решения. По этому решению первые компьютерные инженеры Джон Мочли и Джон Эккерт лишились права на патент, полученный ими в 1964 году, и права называться изобретателями электронно-цифрового компьютера. Однако именно они после нескольких экспериментальных моделей создали в 1945 году в Университете Пенсильвании более известный компьютер ENIAC, с которого началось развитие индустрии.

В 1945 г. построены Вальтером Питтсом и Уорреном МакКуллохом нейронные сети с обратной связью. Примерно в то же время Норберт Винер создал область кибернетики, которая включала математическую теорию обратной связи для биологических и инженерных систем. Важным аспектом данного открытия стала концепция о том, что разум - это процесс получения и обработки информации для достижения определенной цели.

В 1949 г. Дональд Хеббс открыл способ создания самообучающихся искусственных нейронных сетей. Этот процесс, позволяет изменять весовые коэффициенты в нейронной сети так, что данные на выходе отражают связь с информацией на входе.

1950-е гг. отмечены в истории как годы рождения искусственного интеллекта. Алан Тьюринг предложил специальный тест в качестве способа распознать разумность машины. В этом тесте один или несколько людей должны задавать вопросы двум тайным собеседникам и на основании ответов определять, кто из них машина, а кто человек. Если не удавалось раскрыть машину, которая маскировалась под человека, предполагалось, что машина разумна. В 1950-е гг. были также разработаны два языка ИИ. Первый, язык IPL, был создан Ньюэллом, Симоном и Шоу для программы Logic Theorist. IPL являлся языком обработки списка данных и привел к созданию более известного языка LISP. LISP появился в конце 1950-х и вскоре заменил

IPL, став основным языком приложений ИИ. Язык LISP был разработан в лабораториях Массачусетского технологического института (MIT). Его автором был Джон МакКарти, один из первых разработчиков ИИ.

В 1960-е гг. наиболее важным было представление знаний. Были построены игрушечные миры. С помощью этих миров создавалась окружающая среда, в которой тестировались идеи по компьютерному зрению, роботехнике и обработке человеческого языка

В начале 1970-х гг впервые была применена на практике Лотфи Заде нечеткая логика для управления процессами. В 1970-х продолжалось создание языков для ИИ. Был разработан язык ПРОЛОГ. Язык ПРОЛОГ предназначался для разработки программ, которые управляли символами и работал с правилами и фактами. В то время как ПРОЛОГ распространился за пределами США, язык LISP сохранял свой статус основного языка для приложений ИИ.

1980-е гг. отмечены ростом числа разработок и продаж экспертных систем на языке LISP, которые становились лучше и дешевле. Экспертные системы использовались многими компаниями для разработки полезных ископаемых, прогнозирования и инвестиций. Также были идентифицированы ограничения в работе экспертных систем, поскольку их знания становились все больше и сложнее. Нейронные сети в эти годы также нашли применение при решении ряда различных задач, таких как распознавание речи и возможность самообучения машин.

1990-е гг. стали новой эпохой в развитии приложений ИИ. Элементы ИИ были интегрированы в ряд приложений, такие как системы распознавания фальшивых кредитных карт; системы распознавания лиц; системы автоматического планирования; системы предсказания прибыли и потребности в персонале; конфигурируемые системы «добычи данных» из баз данных; системы персонализации и другие.

Экспертные системы – это быстро прогрессирующее направление в области искусственного интеллекта. Современные ЭС представляют собой

сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и распространяющие этот эмпирический опыт для консультирования менее квалифицированных пользователей.

Парадигма ЭС предполагает следующие объекты, а также этапы разработки и функционирования ИС:

- формализация знаний – преобразование экспертом проблемного знания в форму, предписанную выбранной моделью представления знаний;
- формирование базы знаний (БЗ) – вложение формализованных знаний в программную систему;
- дедукция – решение задачи логического вывода на основе БЗ.

Основные факторы, влияющие на целесообразность и эффективность разработки ЭС:

- нехватка специалистов, затрачивающих значительное время для оказания помощи другим;
- выполнение небольшой задачи требует многочисленного коллектива специалистов, поскольку ни один из них не обладает достаточным знанием;
- сниженная производительность, поскольку задача требует полного анализа сложного набора условий, а обычный специалист не в состоянии просмотреть за отведенное время все эти условия;
- большое расхождение между решениями самых хороших и самых плохих исполнителей;
- большое расхождение между решениями самых хороших и самых плохих исполнителей;
- наличие экспертов, готовых поделиться своим опытом.

Сравнительные свойства прикладных задач для их решения ЭС приведены в таблице 1.

Таблица 1

Критерии применимости ЭС

Применимы ЭС	Неприменимы ЭС
Не могут быть построены строгие алгоритмы или процедуры, но существуют эвристические методы решения.	Имеются эффективные алгоритмические методы.
Есть эксперты, которые способны решить задачу.	Отсутствуют эксперты или их число недостаточно.
По своему характеру задачи относятся к области диагностики, интерпретации или прогнозирования	Задачи носят вычислительный характер.
Доступные данные “зашумленны”.	Известны точные факты и строгие процедуры.
Задачи решаются методом формальных рассуждений.	Задачи решаются процедурными методами, с помощью аналогии или интуитивно.
Знания статичны, неизменны.	Знания динамичны меняются со временем.

Недостатки экспертных систем перед человеком-экспертом:

- экспертная система может быть не пригодна для применения пользователем, если у него нет опыта работы с такими системами;
- вопросно-ответный режим, обычно принятый в таких системах, замедляет получение решений;
- существует проблема приведения знаний, полученных от эксперта, к виду, обеспечивающему их эффективную машинную реализацию;
- человек-эксперт при решении задач обычно обращается к своей интуиции или здравому смыслу, если отсутствуют формальные методы решения или аналоги таких задач.

Достоинства экспертных систем перед человеком-экспертом:

- у них нет предубеждений, они не делают поспешных выводов;

- введенные в машину знания сохраняются, человек же имеет ограниченную базу знаний, и если данные долгое время не используются, то они забываются и навсегда теряются;

- эксперт пользуется побочными знаниями и легко поддается влиянию внешних факторов, которые непосредственно не связаны с решаемой задачей.

Главное отличие ЭС от других программных средств - это наличие базы знаний, в которой знания хранятся в форме, понятной специалистам предметной области, и могут быть изменены и дополнены также в понятной форме. Это и есть языки представления знаний (ЯПЗ).

В России в исследования и разработку ЭС большой вклад внесли работы Д. А. Поспелова (основателя Российской ассоциации искусственного интеллекта и его первого президента), Э. В. Попова, В. Ф. Хорошевского, В. Л. Стефанюка, Г. С. Осипова, В. К. Финна, В. Л. Вагина, В. И. Городецкого и многих других.

Современное состояние разработок в области ЭС в России можно охарактеризовать как стадию все возрастающего интереса среди широких слоев специалистов - менеджеров, инженеров, программистов и других. Наибольшие трудности в разработке ЭС вызывает не процесс машинной реализации систем, а этап анализа знаний и проектирования базы знаний. Этим занимается специальная наука - **инженерия знаний**.

Другим актуальным направлением разработки ИС является создание интеллектуальных нейронных сетей (ИНС). Характер разработок в области ИНС принципиально отличается от ЭС. В основе нейронных сетей лежит преимущественно поведенческий подход к решаемой задаче: сеть «учится на примерах» и подстраивает свои параметры при помощи так называемых алгоритмов обучения через механизм обратной связи.

Экспертные системы не отвергают и не заменяют традиционного подхода к программированию, они отличаются от традиционных программ

тем, что ориентированы на решение **неформализованных задач и обладают следующими особенностями:**

- алгоритм решения не известен заранее, а строится самой ЭС с помощью символических рассуждений, базирующихся на эвристических приемах;
- ясность полученных решений, т.е. система «осознает» в терминах пользователя, как она получила решение;
- способность анализа и объяснения своих действий и знаний;
- способность приобретения новых знаний от пользователя-эксперта, не знающего программирования, и изменения в соответствии с ними — своего поведения (открытая система);
- обеспечение «дружественного», как правило, естественно-языкового (ЕЯ) интерфейса с пользователем.

Области применения систем, основанных на знаниях, могут быть сгруппированы в несколько основных классов: медицинская диагностика, контроль и управление, диагностика неисправностей в механических и электрических устройствах, обучение.

Медицинская диагностика

Диагностические системы используются для установления связи между нарушениями деятельности организма и их возможными причинами. Наиболее известна диагностическая система MYCIN, которая предназначена для диагностики и наблюдения за состоянием больного при менингите и бактериальных инфекциях. Ее первая версия была разработана в Стенфордском университете в середине 70-х годов. В настоящее время эта система ставит диагноз на уровне врача-специалиста. Она имеет расширенную базу знаний, благодаря чему может применяться и в других областях медицины.

Прогнозирование

Прогнозирующие системы предсказывают возможные результаты или события на основе данных о текущем состоянии объекта. Программная

система “Завоевание Уолл-стрита” может проанализировать конъюнктуру рынка и с помощью статистических методов алгоритмов разработать для вас план капиталовложений на перспективу. Она не относится к числу систем, основанных на знаниях, поскольку использует процедуры и алгоритмы традиционного программирования. Хотя пока еще отсутствуют ЭС, которые способны за счет своей информации о конъюнктуре рынка помочь вам увеличить капитал, прогнозирующие системы уже сегодня могут предсказывать погоду, урожайность и поток пассажиров. Даже на персональном компьютере, установив простую систему, основанную на знаниях, вы можете получить местный прогноз погоды.

Планирование

Планирующие системы предназначены для достижения конкретных целей при решении задач с большим числом переменных. Дамасская фирма Informat впервые в торговой практике предоставляет в распоряжении покупателей 13 рабочих станций, установленных в холле своего офиса, на которых проводятся бесплатные 15-минутные консультации с целью помочь покупателям выбрать компьютер, в наибольшей степени отвечающий их потребностям и бюджету. Кроме того, компания Boeing применяет ЭС для проектирования космических станций, а также для выявления причин отказов самолетных двигателей и ремонта вертолетов. Экспертная система XCON, созданная фирмой DEC, служит для определения или изменения конфигурации компьютерных систем типа VAX и в соответствии с требованиями покупателя. Фирма DEC разрабатывает более мощную систему XSEL, включающую базу знаний системы XCON, с целью оказания помощи покупателям при выборе вычислительных систем с нужной конфигурацией. В отличие от XCON система XSEL является интерактивной.

Интерпретация

Интерпретирующие системы обладают способностью получать определенные заключения на основе результатов наблюдения. Система PROSPECTOR, одна из наиболее известных систем интерпретирующего типа,

объединяет знания девяти экспертов. Используя сочетания девяти методов экспертизы, системе удалось обнаружить залежи руды стоимостью в миллион долларов, причем наличие этих залежей не предполагал ни один из девяти экспертов. Другая интерпретирующая система- HASP/SIAP. Она определяет местоположение и типы судов в тихом океане по данным акустических систем слежения.

Контроль и управление

Системы, основанные на знаниях, могут применяться в качестве интеллектуальных систем контроля и принимать решения, анализируя данные, поступающие от нескольких источников. Такие системы уже работают на атомных электростанциях, управляют воздушным движением и осуществляют медицинский контроль. Они могут быть также полезны при регулировании финансовой деятельности предприятия и оказывать помощь при выработке решений в критических ситуациях.

Диагностика неисправностей в механических и электрических устройствах

В этой сфере системы, основанные на знаниях, незаменимы как при ремонте механических и электрических машин (автомобилей, дизельных локомотивов и т.д.), так и при устранении неисправностей и ошибок в аппаратном и программном обеспечении компьютеров.

Обучение

Системы, основанные на знаниях, могут входить составной частью в компьютерные системы обучения. Система получает информацию о деятельности некоторого объекта (например, студента) и анализирует его поведение. База знаний изменяется в соответствии с поведением объекта. Примером этого обучения может служить компьютерная игра, сложность которой увеличивается по мере возрастания степени квалификации играющего. Одной из наиболее интересных обучающих ЭС является разработанная Д. Ленатом система EURISCO, которая использует простые эвристики. Эта система была опробована в игре Т. Тревеллера,

имитирующая боевые действия. Суть игры состоит в том, чтобы определить состав флотилии, способной нанести поражение в условиях неизменяемого множества правил. Система EURISCO включила в состав флотилии небольшие, способные провести быструю атаку корабли и одно очень маленькое скоростное судно и постоянно выигрывала в течение трех лет, несмотря на то, что в стремлении воспрепятствовать этому правила игры меняли каждый год.

Большинство ЭС включают знания, по содержанию которых их можно отнести одновременно к нескольким типам. Например, обучающая система может также обладать знаниями, позволяющими выполнять диагностику и планирование. Она определяет способности обучаемого по основным направлениям курса, а затем с учетом полученных данных составляет учебный план. Управляющая система может применяться для целей контроля, диагностики, прогнозирования и планирования. Система, обеспечивающая сохранность жилища, может следить за окружающей обстановкой, распознавать происходящие события (например, открылось окно), выдавать прогноз (вор-взломщик намеревается проникнуть в дом) и составлять план действий (вызвать полицию).

Ограничения в применение экспертных систем

Даже лучшие из существующих ЭС, которые эффективно функционируют как на больших, так и на мини-ЭВМ, имеют определенные ограничения по сравнению с человеком-экспертом.

1. Большинство ЭС не вполне пригодны для применения конечным пользователем. Если вы не имеете некоторого опыта работы с такими системами, то у вас могут возникнуть серьезные трудности. Многие системы оказываются доступными только тем экспертам, которые создавали из базы знаний.

2. Вопросно-ответный режим, обычно принятый в таких системах, замедляет получение решений. Например, без системы MYCIN врач может (а часто и должен) принять решение значительно быстрее, чем с ее помощью.

3. Навыки системы не возрастают после сеанса экспертизы.
4. Все еще остается проблемой приведение знаний, полученных от эксперта, к виду, обеспечивающему их эффективную машинную реализацию.
5. ЭС не способны обучаться, не обладают здравым смыслом. Домашние кошки способны обучаться даже без специальной дрессировки, ребенок в состоянии легко уяснить, что он станет мокрым, если опрокинет на себя стакан с водой, однако если начать выливать кофе на клавиатуру компьютера, у него не хватит “ума” отодвинуть ее.
6. ЭС неприменимы в больших предметных областях. Их использование ограничивается предметными областями, в которых эксперт может принять решение за время от нескольких минут до нескольких часов.
7. В тех областях, где отсутствуют эксперты (например, в астрологии), применение ЭС оказывается невозможным.
8. Имеет смысл привлекать ЭС только для решения когнитивных задач. Теннис, езда на велосипеде не могут являться предметной областью для ЭС, однако такие системы можно использовать при формировании футбольных команд.
9. Человек-эксперт при решении задач обычно обращается к своей интуиции или здравому смыслу, если отсутствуют формальные методы решения или аналоги таких задач.
10. Системы, основанные на знаниях, оказываются неэффективными при необходимости проведения скрупулезного анализа, когда число “решений” зависит от тысяч различных возможностей и многих переменных, которые изменяются во времени. В таких случаях лучше использовать базы данных с интерфейсом на естественном языке.

Классификация

Экспертные системы как любой сложный объект можно определить только совокупностью характеристик. Выделим следующие характеристики ЭС:

- **Назначение**

Назначение определяется следующей совокупностью параметров:

- цель создания ЭС — для обучения специалистов, для решения задач, для автоматизации рутинных работ, для тиражирования знаний экспертов и т.п.;
- основной пользователь — не специалист в области экспертизы, специалист, учащийся.

- **Проблемная область**

Проблемная область может быть определена совокупностью параметров:

- С точки зрения пользователя, предметную область можно характеризовать описанием области в терминах пользователя, включающим наименование области, перечень и взаимоотношение подобластей и т.п., а задачи, решаемые существующими ЭС, — их типом.

Обычно выделяют следующие типы задач:

- интерпретация символов или сигналов — составление смыслового описания по входным данным;
- предсказание — определение последствий наблюдаемых ситуаций;
- диагностика — определение состояния неисправностей, заболеваний по признакам (симптомам);
- конструирование — разработка объекта с заданными свойствами при соблюдении установленных ограничений;
- планирование — определение последовательности действий, приводящих к желаемому состоянию объекта;
- слежение — наблюдение за изменяющимся состоянием объекта и сравнение его показателей с установленными или желаемыми;
- управление — воздействие на объект для достижения желаемого поведения.

С точки зрения разработчика целесообразно выделять статические и динамические предметные области.

Предметная область называется статической, если описывающие ее исходные данные не изменяются во времени (точнее рассматриваются как не изменяющиеся за время решения задачи). Статичность области означает неизменность описывающих ее исходных данных. Если исходные данные, описывающие предметную область, изменяются за время решения задачи, то предметную область называют динамической.

- **Глубина анализа проблемной области**

По степени сложности структуры ЭС делят на

- поверхностные
- глубинные. Поверхностные ЭС представляют знания об области экспертизы в виде правил (условие -> действие). Глубинные ЭС, кроме возможностей поверхностных систем, обладают способностью при возникновении неизвестной ситуации определять с помощью некоторых общих принципов, справедливых для области экспертизы, какие действия следует выполнять.

- **Тип используемых методов и знаний.**

По типу используемых методов и знаний ЭС делят на

- **традиционные**

Традиционные ЭС используют в основном неформализованные методы инженерных знаний и неформализованные знания, полученные от экспертов.

- **гибридные**

Гибридные ЭС используют и методы инженерии знаний, и формализованные методы, а также данные традиционного программирования и математики.

Сейчас говорят о трех поколениях ЭС. К первому поколению следует относить статические поверхностные ЭС, ко второму — статические глубинные ЭС (иногда ко второму поколению относят гибридные ЭС), а к третьему — динамические ЭС (вероятно, они, как правило, будут глубинными и гибридными).

- **Класс системы**

В последнее время выделяются два больших класса ЭС (существенно отличающихся по технологии их проектирования), которые условно можно назвать простыми и сложными ЭС. Простая ЭС может быть охарактеризована следующими основными показателями: поверхностная ЭС; традиционная ЭС (реже гибридная); выполненная на персональной ЭВМ. Сложная ЭС может быть охарактеризована следующими показателями: глубинная ЭС; гибридная ЭС: выполненная либо на символьной ЭВМ, либо на мощной универсальной ЭВМ, либо на интеллектуальной рабочей станции.

- **Стадия существования**
- **Инструментальные средства**

На стадии эксплуатации ЭС используются совместно с САЕ-system и обеспечивают интеллектуальную поддержку технического обслуживания сложных систем.

В заключение следует отметить, что единую классификацию всех существующих на сегодня ИТС для ЭС провести достаточно сложно, так как, с одной стороны, можно выделить большое количество специфических характеристик ИТС, а с другой стороны, у разных авторов существуют значительные различия в терминологии обозначения одних и тех же вещей.

Рассмотрим ещё один класс интеллектуальных систем – это системы поддержки принятия решений.

Основой успешного функционирования производственной среды является принятие решений, адекватных условиям, в которых функционируют объекты. Системы поддержки принятия решений, в которых сконцентрированы мощные методы математического моделирования, науки управления, информатики, являются инструментом, призванным оказать помощь руководителям в своей деятельности во все усложняющемся динамичном мире.

Преимущество компьютера состоит в огромных быстродействии и памяти, что делает его необходимым практически во всех областях

человеческой деятельности. В принятии решений важнейшими областями, в которых компьютер становится ближайшим помощником человека, являются:

- быстрый доступ к информации, накопленной в компьютере лица, принимающего решение, или в компьютерной сети;
- осуществление оптимизации или интерактивной имитации, основанных на математических или эвристических моделях;
- нахождение в базах данных принятых ранее решений в ситуациях, подобных исследуемым, для использования ЛПР в подходящий момент;
- использование знаний лучших в своей области специалистов, включенных в базы знаний экспертных систем;
- представление результатов в наиболее подходящей для ЛПР форме.

Но традиционное использование ЭВМ не самое эффективное. Руководитель, кроме информации из базы данных, кроме некоторых экономических или технологических расчетов, в своей деятельности встречается с большим количеством задач по управлению системой, которые не решаются в рамках традиционных информационных технологий.

В связи с необходимостью решения задач подобного рода были разработаны компьютерные системы нового типа - системы поддержки принятия решений (СППР). СППР представляют собой системы обработки информации в целях интерактивной поддержки деятельности руководителя в процессе принятия решений.

Можно выделить два основных направления такой поддержки:

- облегчение взаимодействия между данными, процедурами анализа и обработки данных и моделями принятия решений, с одной стороны, и ЛПР, как пользователя этих систем – с другой;
- предоставление вспомогательной информации, в особенности для решения неструктурированных или слабоструктурированных задач, для которых трудно заранее определить данные и процедуры соответствующих решений.

Другими словами, СППР - это компьютеризированные помощники, поддерживающие руководителя в преобразовании информации в эффективные для управляемой системы действия. Эти системы должны обладать такими качествами, которые делают их не только полезными, но и незаменимыми для ЛПР. Как любые информационные системы, они должны обеспечивать специфические нужды процесса принятия решений в информации. Кроме того, и это, видимо, главное - СППР должна адаптироваться к его стилю работы, отражать его стиль мышления, ассистировать все (в 12 идеале) или большинство важных аспектов деятельности ЛПР.

СППР должны иметь возможность адаптироваться к изменению вычислительных моделей, общаться с пользователем на специфическом для управляемой области языке (в идеале на естественном), представлять результаты в такой форме, которая способствовала бы более глубокому пониманию результатов. При этом, естественно, роль СППР не в том, чтобы заменить руководителя, а в том, чтобы повысить его эффективность.

Цель СППР заключается не в автоматизации процесса принятия решения, а в осуществлении кооперации, взаимодействия между системой и человеком в процессе принятия решений. СППР должна поддерживать интуицию, уметь распознавать двусмысленность и неполноту информации, и иметь средства для их преодоления.

Они должны быть дружественными ЛПР, помогая им в концептуальном определении задач, предлагая привычные представления результатов. Каждый руководитель обладает присущими только ему знаниями, талантом, опытом и стилем работы. Одной из целей СППР является помощь человеку в улучшении этих своих качеств. Кроме известных требований к информационным системам (мощная СУБД, которая обеспечивает эффективный доступ к данным, их целостность и защиту; развитые аналитические и вычислительные процедуры, обеспечивающие обработку и анализ данных; транспортабельность, надежность, гибкость,

возможность включения новых технологических процедур), СППР должны обладать специфическими чертами:

- возможностью выработки вариантов решений в специальных, неожиданных для ЛПР ситуациях;
- возможностью моделей, применяемых в системах, адаптироваться к конкретной, специфической реальности в результате диалога с пользователем;
- возможностью системы интерактивного генерирования моделей.

В связи с тем, что ЛПР не всегда имеет хорошо определенную цель в каждой ситуации, решение является исследовательским процессом, а СППР - средством более углубленного познания системы и усовершенствования своего стиля работы руководителем. Как правило, СППР имеют модульную структуру, что позволяет включать новые процедуры и модернизировать уже включенные в систему в соответствии с новыми требованиями. Принятие решений предусматривает последовательное выполнение следующих шагов: осмысливание проблемы, диагностика, концептуальное или математическое моделирование, выработка альтернатив и выбор тех, которые в наибольшей степени удовлетворяют поставленным целям, а также мониторинг осуществления решения. СППР призваны помочь ЛПР на каждом из перечисленных шагов и, следовательно, прогресс в разработке и расширении области их применения зависит и от концепции их построения, и от совершенства отражения каждой из функций, которую они поддерживают.

Прогресс последних лет выражается в интеграции в СППР систем, основанных на знаниях, что позволяет получать советы и объяснения предложенного решения. Эволюция СППР также характеризуется и уровнем помощи, оказываемой ЛПР - от пассивной поддержки к расширенной, активной поддержке.

Пассивная поддержка предоставляет удобный инструмент, не претендуя на изменение существующих способов действий ЛПР. Качество этих СППР зависит от удобства и доступности программного продукта, точнее сказать, от его интерфейса. Фактически это интерактивные

информационные системы, предоставляющие руководителю только те услуги, которые он требует, и только в ответ на его требование. В пассивный подход включаются традиционные СППР, которые отвечают на вопрос "что если?" (what if?).

ЛПР выбирает альтернативы и оценивает их, имея возможность анализировать простые альтернативы, обобщая, увеличивает эффективность процесса принятия решений. В настоящее время создались предпосылки для перехода к расширенной поддержке принятия решений, в которой используются новые, нетрадиционные области, используются аналитические методы и, в частности, многокритериальный анализ.

Этот подход более широко использует нормативный аспект получения эффективного решения, чем обычные СППР. Одновременно присутствуют процедуры анализа и объяснения полученного решения и оценки как преимуществ, так и возможных потерь. Таким образом, ЛПР может оценить предложенный СППР вариант и принять решение, имея более широкий взгляд, как на само решение, так и на его последствия, благодаря консультациям, предоставленным системой.

Как правило, СППР используют информацию из баз данных и знаний и (или) предоставленную ЛПР. Известно, что руководители пользуются и информацией из текстуальных документов, отчетов, специальных обзоров, статей и др. Возможно и более широкое применение неструктурированной информации в СППР. В настоящее время выделяют три класса СППР в зависимости от сложности решаемых задач и областей применения.

СППР первого класса, обладающие наибольшими функциональными возможностями, предназначены для применения в органах государственного управления высшего уровня (например, министерства) и органах управления больших компаний при планировании крупных комплексных целевых программ для обоснования решений относительно включения в программу различных политических, социальных или экономических мероприятий и распределения между ними ресурсов на основе оценки их влияния на

достижение основной цели программы. СППР этого класса являются системами коллективного пользования, базы знаний которых формируются многими экспертами - специалистами в различных областях знаний.

СППР второго класса являются системами индивидуального пользования, базы знаний которых формируются самим пользователем. Они предназначены для использования государственными служащими среднего ранга, а также руководителями малых и средних фирм для решения оперативных задач управления.

СППР третьего класса являются системами индивидуального пользования, адаптирующимися к опыту пользователя. Они предназначены для решения часто встречающихся прикладных задач системного анализа и управления (например, выбор субъекта кредитования, выбор исполнителя работы, назначение на должность и пр.). Такие системы обеспечивают получение решения текущей задачи на основе информации о результатах практического использования решений этой же задачи, принятых в прошлом. Конкурентоспособное производство должно основываться на новейших достижениях и в связи с этим достаточно легко переориентироваться на более совершенные технологии. Поэтому руководителю любого ранга следует обеспечить необходимую помощь в выработке и обосновании решений, адекватных изменяющимся условиям, в которых функционирует управляемая им система, и воздействиям со стороны среды.

СППР являются мощным инструментом для выработки альтернативных вариантов действий, анализа последствий их применения и совершенствования навыков руководителя в столь важной области его деятельности как принятие решений.

1.4. Сквозные цифровые технологии

На современном этапе развития информационных технологий при решении разнообразных задач, стоящих перед системой управления

современных компаний и государства, для достижения необходимого уровня цифровизации применяются сквозные цифровые технологии.

Понятие сквозные применено в связи с тем, что эти технологии не связаны с каким-то отдельным продуктом или сферой деятельности, а могут применяться во многих индустриях, отраслях и секторах экономики, например, в образовании, медицине, энергетике, строительстве, сельском хозяйстве, машиностроении и т.д.

Сквозные технологии универсальны, используются не только в частном (коммерческом), но и в государственном секторе экономики. Поэтому применение сквозных технологий является одной из профессиональных компетенций участника команды цифровой трансформации в государственном управлении.

Сквозные цифровые технологии — ключевые научно-технические направления, которые будут оказывать наиболее существенное влияние на развитие рынков. Кроме того, они тесно связаны с Национальной технологической инициативой и оказывают неотъемлемое воздействие на формирование в России научно-технологического задела, что позволит создать глобально конкурентоспособные высокотехнологичные продукты и сервисы.

В настоящий момент к основным сквозным технологиям можно отнести:

- Большие данные;
- Искусственный интеллект;
- Системы распределенного реестра;
- Квантовые технологии;
- Новые и портативные источники энергии;
- Новые производственные технологии;
- Сенсорика и компоненты робототехники;
- Технологии беспроводной связи;

Технологии управления свойствами биологических объектов;
Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальностей.
Рассмотрим некоторые из них.

Большие данные

Анализ больших данных проводят с целью получения новой, заранее неизвестной информации. Негативных последствий, влияющих на бизнес-деятельность компании, возникает достаточно много, если ухудшается обработка больших данных. Поэтому необходимо применять новые технологические приложения для обработки и аналитики больших данных. По своей сути, Big Data – это уже устоявшаяся сфера технологий, получившая распространение во многих сферах бизнеса, и играющая немаловажную роль в развитии компаний.

Данные — новая «нефть» цифрового общества, их объем огромен и продолжает расти с каждым годом. Все большее количество реальных объектов и процессов обретает цифровой вид. Цифровой след, оставляемый пользователями Сети, позволяет выявлять ключевую информацию о предпочтениях человека, его местоположении и деятельности. Такая информация активно используется в коммерческих целях. С помощью искусственного интеллекта, позволяющего обрабатывать значительные объемы информации, создается ценность, приносящая бизнесу новые потоки доходов.

В современных реалиях, управляя процессами логистики необходимо накапливать, анализировать и управлять огромным количеством данных. Однако объем данных, который генерируется в мире, растет в геометрической прогрессии, и текущих ИТ-инструментов становится недостаточно. Для решения потенциальных проблем была создана концепция Больших данных, которая позволяет эффективно накапливать, хранить, анализировать и управлять количеством данных, которые значительно превышают функционал традиционных систем.

Понятие «большие данные» (англ. big data) появилось сравнительно недавно, однако само явление, которое оно описывает, появилось гораздо раньше. В широком смысле о них говорят как о социально-экономическом феномене, который связан с появлением технологических возможностей анализировать огромные массивы данных. В более узком смысле понятие «большие данные» можно трактовать как условное обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объёмов и значительного многообразия, которые могут быть эффективно обработаны горизонтально масштабируемыми программными инструментами. Впервые подобные инструменты появились в конце 2000-х годов в качестве альтернативных традиционным системам управления базами данных и решениям класса Business Intelligence, с целью получения воспринимаемых человеком результатов для последующего их анализа.

Большие данные часто определяются как большие или сложные наборы данных, исчисляемые экзабайтами или больше. Это превышает технические возможности по хранению и обработки данных традиционных систем. С момента появления концепции Больших данных в 1997 году продолжается и только усиливается интерес к данной концепции, как к возможности не просто обеспечивать обработку растущего объема информации, но и попытку получения дополнительной ценности информации, выраженной в лучшем понимании информации и больших возможностей по ее аналитике.

Термин "большие данные" впервые был использован для обозначения растущих объемов данных в середине 1990-х гг. В 2001 г. Дуг Лэйни, в то время аналитик консалтинговой компании Meta Group Inc. , расширил понятие больших данных, включив в него также увеличение разнообразия данных, генерируемых организациями, и скорости, с которой эти данные создаются и обновляются. Эти три фактора-объем, скорость и разнообразие-стали известны как 3Vs больших данных, концепция Gartner популяризовалась после приобретения Meta Group и найма Лейни в 2005 году.

Исследование процесса эволюции аналитики данных, в том числе и в финансовой сфере, позволяет выделить следующие этапы развития:

I этап: 50-е годы XX века – период формирования бизнес- аналитики как области профессиональной деятельности («Аналитика 1.0» или описательная аналитика). Используемый инструментарий анализа данных ориентирован на сбор, систематизацию и обобщение жестко структурированных информационных потоков из различных источников с целью обнаружения и последующей интерпретации выявленных зависимостей и закономерностей. В банковской практике использование методов описательной (или дескриптивной) аналитики применяется преимущественно подразделениями back-office в целях оптимизации процессов, связанных, как правило, с операционно-учетной деятельностью. Моделирование баз данных осуществляется в рамках подготовки аналитической отчетности. Для кредитных институтов это, прежде всего, – автоматизация процедур подготовки и сдачи финансовой отчетности в соответствии с требованиями национального регулятора, разработка для собственников бизнеса управленческих решений на базе алгоритмизации анализа собранной информации, оптимизация однородных бизнес-процессов и др.;

II этап: начало 2000-х годов – этап генерации Больших данных («Аналитика 2.0» или прогнозная аналитика). Расширение возможностей аналитического формата происходит как за счет применения новых инструментов (например, методов интеллектуального анализа данных, машинного обучения и проч.), так и путем привлечения ранее неиспользуемых информационных массивов: социальные сети и мессенджеры, информационные данные в аудио- и видеоформате и проч. Как результат – возможность составления прогнозных сценариев по будущим событиям на основе накопленной информации. Прогнозная (или предиктивная) аналитика начинает охватывать не только улучшение внутренних бизнес-процессов, протекающих в кредитных организациях, но и

разработку прогнозных моделей для розничных банковских услуг, определение потребительских предпочтений с последующей кастомизацией банковских продуктов и т. п. Все это строится на активном использовании Больших данных, а область применения все более затрагивает сферу деятельности подразделений front-office;

III этап: середина 2000-х годов – этап формирования данных, генерируемых потребительскими продуктами («Аналитика 3.0» или предписывающая аналитика). Формирование аналитики базируется на разработке технологий сбора и анализа данных, генерируемых потребительскими товарами, производственным оборудованием, а также создаваемых в процессе предоставления услуг. Соответственно, любой субъект, накапливающий в ходе своей хозяйственной деятельности информацию коммерческого, финансового, потребительского, иного характера, может рассматриваться как источник данных для проведения аналитических процедур. Более того, аналитика 3.0 предполагает возможность перехода от описательных и прогнозных процедур к предписывающим, т. е. ориентированным на формирование предписаний и рекомендаций по результатам проведения анализа. Но что более важно – целенаправленное формирование массивов данных осуществляется на базе физических (неодушевленных) или сетевых объектов посредством их взаимодействия друг с другом или внешней средой (интернет вещей, англ. Internet of Things, IoT).

Пристальное внимание специалистов к исследованию данной проблемы обусловлено влиянием следующих факторов:

- прогрессирующие масштабы виртуализации и онлайнизации хозяйственной деятельности, сопровождающиеся переходом процесса предоставления клиентам продуктов, услуг, проведения операций в виртуальное или on-line интернет-пространство;
- постоянное увеличение сложности и рост объемов хозяйственной деятельности, обусловившие необходимость масштабной генерации

различных информационных потоков, обработки структурированных и неструктурированных данных, получаемых из различных источников, сложных и разноформатных по своей структуре и содержанию;

- изменение базовых условий осуществления хозяйственной деятельности на фоне обострения конкуренции, корректировки условий внешней среды, в том числе под влиянием пандемии, предопределившие несостоятельность традиционных подходов к построению бизнес-моделей;

- получение экономическими агентами в условиях сохранения низкого уровня административной нагрузки существенных доходов от внедрения цифровых технологий и, как следствие, масштабное проникновение этих технологий в национальную экономику;

- поведенческие особенности, потребительские привычки и ценности нового поколения, следствием которых выступает необходимость разработки и продвижения гибких персонализированных решений, ориентация на индивидуальные потребности клиента, обеспечение доступа к продуктам и услугам «в один клик» в режиме 24/7 без учета ограничений территориальной, географической доступности и др.

Большие данные (БД) описываются при помощи следующих характеристик:

1. Объем (Volume) – количество сгенерированных и хранящихся данных. Размер данных определяет значимость и потенциал данных, а также то, могут ли они быть рассмотрены как большие данные (Big Data) или БД.

2. Разнообразие (Variety) – тип данных. Большие данные могут состоять из текста, изображений, аудио, видео. БД при сопоставлении друг с другом могут дополнять отсутствующие данные.

3. Скорость (Velocity) – скорость. Здесь подразумевается скорость, с которой данные генерируются и обрабатываются. Очень часто БД используются в режиме реального времени.

4. Изменчивость (Variability) – противоречивость наборов данных может препятствовать их обработке и управлению ими.

5. Достоверность (Veracity) – качество данных напрямую влияет на точность проведения анализа данных.

Рынок Big Data в России активно развивается, к наиболее восприимчивым отраслям к использованию Big Data относятся:

- ритейл и банки, для них, прежде всего, важен анализ клиентской базы, оценка эффекта маркетинговых кампаний;
- телеком – сегментация клиентской базы и монетизация трафика;
- госсектор – ведение отчетности, анализ заявок от населения и др.;
- нефтяные компании – мониторинг работ и планирование добычи и сбыта;
- энергетические компании – создание интеллектуальных электроэнергетических систем, оперативный мониторинг и прогнозирование.

Неструктурированные и полуструктурированные типы данных обычно плохо вписываются в традиционные хранилища данных, основанные на реляционных базах данных, ориентированных на структурированные наборы данных. Кроме того, хранилища данных могут не справляться с требованиями обработки больших массивов данных, которые требуют частого или даже постоянного обновления, как в случае данных о биржевой торговле в режиме реального времени, онлайн-активности посетителей веб-сайта или производительности мобильных приложений.

В результате многие организации, которые собирают, обрабатывают и анализируют большие данные, обращаются к базам данных NoSQL, а также к Hadoop и сопутствующим инструментам анализа данных, включая:

- YARN: технология управления кластерами и одна из ключевых особенностей Hadoop второго поколения.
- MapReduce: программная платформа, позволяющая разработчикам писать программы, которые обрабатывают огромные объемы неструктурированных данных параллельно через распределенный кластер процессоров или автономных компьютеров.
- Spark: платформа параллельной обработки с открытым исходным

кодом, которая позволяет пользователям запускать крупномасштабные приложения для анализа данных в кластерных системах.

- HBase: ориентированное на столбцы хранилище данных ключ / значение, построенное для работы поверх распределенной файловой системы Hadoop (HDFS).

- Hive: система хранения данных с открытым исходным кодом для запроса и анализа больших наборов данных, хранящихся в файлах Hadoop.

- Kafka: распределенная система обмена сообщениями publish / subscribe, предназначенная для замены традиционных брокеров сообщений.

- Pig: технология с открытым исходным кодом, которая предлагает высокоуровневый механизм для параллельного программирования заданий MapReduce, выполняемых на кластерах Hadoop.

Отдельным блоком держится технология аппаратных решений: компаниями, вроде Google, Teradata, Oracle, SAP, EMC предлагаются готовые аппаратно-программные комплексы, реализующие обработку больших данных.

Рассмотрим их подробнее. Среди тяжеловесов области BI-решений основанные на вычислительной технологии in-memory SAP HANA и Oracle Data Mining. Технология Oracle Data Mining предназначена для анализа данных с целью выявления в больших наборах данных скрытых закономерностей, зависимостей и взаимосвязей, полезных при принятии решений на различных уровнях управления. Интеллектуальный анализ данных применяется при решении задач выявления некредитоспособности и управления оттоком клиентов, выявлении подозрительных операций с банковскими картами, анализ потребительской корзины, выявление причин сбоев оборудования и других. SAP HANA – высокопроизводительная платформа, разработанная немецкой компанией SAP SE для хранения и обработки данных в режиме реального времени. На платформе SAP HANA могут функционировать более 1000 прикладных решений для бизнеса; платформа обладает достаточной гибкостью, чтобы добавить к

анализируемым данным нестандартные источники информации. Также выделяются решения компании IBM – Spectrum Computing – для оптимизации локальных и облачных ресурсов в высокопроизводительных вычислительных средах, применяющие средства интеллектуального планирования рабочей нагрузки и управления ресурсами на основе политик для имитации, моделирования, оценки рисков, анализа больших данных и технологий искусственного интеллекта. Семейство серверов IBM Z позволяет в режиме реального времени применять методы машинного обучения к информации, хранящейся на мейнфрейме.

Некоторые продукты, изначально создаваемые для научных целей, находят применение при решении задач бизнеса. Например, продукт Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) – свободно распространяемый программный пакет, созданный в университете Вайкато для эффективного использования информации о пользователях, клиентах и компании в целом для повышения прибыльности бизнеса. У WEKA открытый исходный код, и пакет также используется в учебных целях и в исследовании машинного обучения.

В сфере финансов был разработан ряд приложений, использующих технологии Big Data. Компанией HNC Software Inc. Для оперативного выявления и предотвращения мошеннических действий с кредитными картами разработано программное обеспечение FALCON. Благодаря используемым системой FALCON правилам обработки транзакций, статистическому анализу и алгоритмам классификации, около сотни пользователей этой системы обнаружили сокращение числа нарушений почти на треть. Приложение KnowledgeSeeker от фирмы Angoss – оболочка для создания экспертной системы с ограниченным количеством правил, предназначенная для управления рисками и высокоточного прогнозирования задержек выплат по кредитам и займам. Также использовать возможности обработки больших данных предлагают приложения__ «Классификатор дебиторских счетов», разработанное компанией Internal Revenue Service,

приложение для верификации данных по курсам валют от компании Reuters и еще несколько финансовых программ.

Помимо собственно прогнозирования, важным этапом анализа Big Data является визуализация собранной информации, представление работы компании в виде многомерной модели. Наилучшим прикладным решением для этого считается Tableau – система интерактивной аналитики, предназначенная для быстрого разностороннего анализа большого объема данных. Для ее использования не требуется обучение пользователей, а внедрение не является долгим или дорогим. Tableau основывается на двух инновационных технологиях:

VizQL – для быстрой визуализации сложных наборов данных и Data Engine – для обеспечения анализа миллионов строк за несколько секунд. Система используется такими крупными компаниями, как Amazon, Apple, Walmart, Starbucks, Pfizer, Coca-Cola, Bank of America и Barclays.

Также к решениям в области визуализации больших данных относятся BI-платформа TIBCO Spotfire, Power BI от Microsoft, QlikView, Grow и т. д.

На российском рынке существует не так много отечественных решений для бизнеса, применяющих технологии больших данных. К таковым относятся, например, «Форсайт. Аналитическая платформа» – программный комплекс, предоставляющий инструменты для решения аналитических задач и интеграции с различными источниками данных. Фирма «1С», специализирующаяся на производстве учетно-информационных систем, во встроенном языке предоставляет механизмы для анализа данных: общая статистика, поиск ассоциаций, поиск последовательностей, кластерный анализ и дерево решений. Также фирмой было разработано отдельное прикладное решение «Подсистема анализа данных», упрощающая разработку сложных отчетов.

Анализ больших данных используется для принятия эффективных управленческих решений в разных сферах социально-экономической деятельности:

- Управлении человеческими ресурсами;
- Логистике и управлении цепями поставок;
- Банковской сфере;
- Маркетинге;
- Сельском хозяйстве
- Государственном управлении;
- Образовании;
- Здравоохранении и т.д.

В последние несколько лет термин Big Data стал употребляться применительно к аналитике в области управления человеческими ресурсами (УЧР). Первыми использовать большие данные в данной области стали управленцы компании Google: в оценке персонала они полагаются только на факты и аналитику, а также в компании создан специальный отдел – People Analytics. Мировой эксперт по аналитике Бернард Марр выделяет 9 ключевых областей анализа больших данных в УЧР:

- 1) аналитика ключевых навыков сотрудников;
- 2) аналитика привлечения и управления развитием талантов, формирование корпоративной модели компетенций;
- 3) аналитика загруженности работников;
- 4) аналитика текучести кадров, прогнозирование потребности в персонале;
- 5) аналитика корпоративной культуры;
- 6) аналитика каналов привлечения персонала;
- 7) аналитика руководства;
- 8) аналитика индивидуальной результативности сотрудников, чтобы поощрять каждого работника в зависимости от его вклада, а также определить зависимость между показателями деятельности специалиста и результатами оценки его навыков и компетенций;
- 9) аналитика группового взаимодействия и взаимовлияния.

Согласно зарубежной практике службы по УЧР проходят 4 стадии по работе с большими данными: использование внутренней информации – создание и использование внутренних стандартов – применение глубокой аналитики – прогнозирование. На данном этапе развития большие данные в области УЧР в основном применяются в таких направлениях, как управление талантами и рекрутинг, которые в зарубежной практике реализуются через специализированные сайты по поиску работы.

Зарубежная практика применения технологий больших данных в УЧР свидетельствует о том, что машинные алгоритмы и большие данные – это полезный и эффективный инструмент для современного специалиста. Например, крупнейшая компания IBM на базе технологий больших данных и машинного обучения может прогнозировать увольнение работников по собственному желанию с точностью до 95 % и своевременно принимать меры по их удержанию, это сэкономило компании около 300 миллионов долларов на удержание работников. Также в компании большие данные помогают сотрудникам определить, какие навыки им необходимо развить. По каждому работнику в режиме реального времени ведётся непрерывный сбор данных о выполненных им задачах, пройденных образовательных курсах и полученных оценках, далее модель делает выводы относительно предпочтительного развития определенных компетенций, а специалист по УЧР формирует для сотрудника подходящую программу повышения квалификации. В 2022 году подобная технология помогла 27 % сотрудников IBM получить новую работу или повышение по службе.

Большие данные становятся все более полезными в анализе цепочек поставок. Аналитика больших цепочек поставок использует большие данные и количественные методы для улучшения процессов принятия решений по всей цепочке поставок. В частности, big supply chain analytics расширяет наборы данных для расширенного анализа, который выходит за рамки традиционных внутренних данных, найденных в системах планирования ресурсов предприятия (ERP) и управления цепочками поставок (SCM).

Кроме того, big supply chain analytics реализует высокоэффективные статистические методы на новых и существующих источниках данных. Собранная информация способствует принятию более обоснованных и эффективных решений, которые приносят пользу и улучшают цепочку поставок.

С развитием логистики и УЦП в компаниях и укрупнением логистической сети и материальных потоков данных становится все больше. Примерами данных, которые генерирует логистика, могут быть:

- Традиционные данные корпоративных информационных систем (транзакции, результаты операций, информация о продукции);
- Данные о ситуации на дорогах и погоде поступающие от различных сенсоров, датчиков
- Данные о состоянии логистической инфраструктуры (состояние транспортного средства, внутренний климат на складе и прочие);
- Финансовые прогнозы как логистической отрасли, так и других направлений бизнеса;
- Данные о маркетинговых компаниях и их результатах;
- Информация из социальных сетей и прочих открытых источников;
- Прочая информация из различных источников.

Использование в деятельности кредитных организаций инструментов Больших данных, несмотря на то, что рынок цифровых технологий еще находится в стадии развития, уже сегодня позволяет кардинально **изменить базовые бизнес-процессы, протекающие в банковской сфере.**

Привлечение клиентов, улучшение коммуникаций и повышение степени лояльности.

Использование технологий Big Data в Сбербанке позволяет точнее определить риск-профиль клиентов, их интересы и потребности, что в итоге позволяет с высокой долей востребованности сформулировать своевременные и персонализированные предложения в части банковских

продуктов и услуг. Посредством инструментария с использованием Больших данных осуществляются мероприятия, направленные на предотвращение оттока клиентов путем построения соответствующей прогнозной модели, основанной на оценке настроения пользователей в социальных сетях, а также сведений о покупательской способности. Как результат, модель позволяет выявить группы клиентов, предполагающих сменить обслуживающую кредитную организацию.

Снижение стоимости фондирования, в т. ч. за счет глобальной кастомизации предлагаемых банками продуктов и услуг.

Моделирование операционных процессов с использованием Больших данных позволяет кредитным организациям снижать стоимость фондирования, в том числе и в части размещаемых средств. В частности, анализ информации по движению средств по счетам клиента, оценка их структуры, включая структуру расходов, позволяет банку оценить финансовую стратегию клиента в части распоряжения своими средствами. Это, в свою очередь, позволяет смоделировать вероятность невозврата денежных средств в срок и скорректировать величину процентной ставки по заемным ресурсам.

Сокращение операционных расходов и минимизация издержек.

Оптимизация бизнес-модели банковской деятельности с использованием инструментов Big Data протекает по различным направлениям, в т. ч. путем сокращения расходов, связанных с организацией и проведением банковских операций, на основе минимизации издержек по обеспечению функциональной деятельности кредитной организации и т.д. С учетом иных мер, реализуемых с использованием аналитики данных, это позволяет существенно увеличить рентабельность банковской деятельности.

Внедрение в банковскую деятельность интеллектуальных систем стресс-тестирования и риск-менеджмента, реализуемых с использованием аналитики Больших данных, позволяет оценить стабильность функционирования отдельного финансового института, а

также оценить устойчивость финансовой системы в целом, смоделировав различные сценарии развития событий в будущем.

Усиление контроля за соблюдением законодательства и требованиями национального регулятора.

Использование национальным регулятором инновационных технологий, в т. ч. технологий в сфере Big Data, позволит повысить эффективность системы регулирования и надзора за деятельностью институтов финансового рынка. Данное направление получило известность как Sup Tech (supervision technology), включающее анализ аффилированности клиентов финансового института, предиктивный анализ стабильности банков, потрансакционный онлайн-анализ данных кредитных организаций и проч. Анонсированный Банком России в 2020 году переход на сбор данных кредитных организаций путем формирования единой модели данных обеспечит снижение нагрузки на коммерческие банки, внедрение системы многоцелевого использования данных, а также новые возможности для анализа данных за счет повышения степени их прозрачности.

Использование инструментов Big Data позволяет существенно усилить позиции кредитной организации в построении стратегий противодействия мошенничеству.

Реализация проектов Big Data повышает эффективность борьбы с финансовыми преступлениями путем аккумулирования и анализа в оперативном режиме данных различного типа (структурированных, неструктурированных, пакетных, потоковых и проч.). Это позволяет более эффективно выявлять сомнительные операции скрытого характера, обладающие сложной комбинацией в реализации, проводимые небольшими суммами, в т. ч. реализуемые в сфере высоких технологий. Так, например, антифрод система (взаимосвязанный комплекс мер, реализуемый с целью оценки банковских или интернет-транзакций на предмет мошенничества) VISA вычисляет в онлайн-режиме мошеннические операции по совокупности

признаков и в результате предотвращает мошенничества на сумму 2 млрд. долл. ежегодно.

Большие данные открывают новые возможности в области государственного управления. Они позволяют проводить сбор статистики, осуществлять оценку миграции и альтернативную перепись населения, оптимизировать городской трафик, а также выявлять предпочтения населения относительно определенных политических решений. Выделив группы, поддерживающие те или иные решения, органы государственного управления имеют возможность разработать адресные меры поддержки целевых групп. Данные можно получать по мере необходимости в режиме реального времени, причем с меньшими затратами по сравнению с традиционными опросами и фокус-группами.

Область применения Big Data в **политическом процессе действительно велика**: она может позволить регулярно проводить мониторинг общественных настроений и помочь выработать имиджевую стратегию политиков необходимую в конкретной ситуации. В избирательных компаниях применение Big Data играет особую роль. Использование Big Data для анализа онлайн активности потенциальных избирателей поможет на ранней стадии определить слабые сильные стороны избирательной компаний. Учитывая тот факт, что современные избирательные компании все больше уходят из реальной жизни в интернет можно прогнозировать что ценность данных образующих Big Data будет и дальше возрастать. При всех положительных аспектах применения технологии больших данных в избирательных компаниях ее применение также сопряжено и с рисками. В первую очередь это технические риски, связанные со системными сбоями и субъективности программного анализа. Существует пример из реальной практики, когда технология Big Data дала сбой. Компания Google, используя технологию обработки больших массивов данных, основанных на запросах граждан, спрогнозировала эпидемию гриппа в США, однако это оказалось неверно. Исследователь Д. Лазер и его коллеги сумели выявить причину

неверного прогноза. Ошибка заключалась в том, что поисковик перенаправлял пользователей, которые делали запрос с ключевыми словами «кашель», «лихорадка», на странички симптомов гриппа и его лечения, что и стало причиной неудовлетворительного прогноза.

Big Data при наличии американского опыта все равно остается достаточно новым аспектом в ведении избирательных компаний. Это связано в первую очередь с недостаточным опытом применения технологии, а также с вопросом целесообразности работы с ней. Работа с Big Data в ходе избирательной компании может выглядеть так: сбор или получение доступа к данным, анализ данных, применение результатов анализа в избирательной стратегии. Следовательно, для работы с большими данными необходимо специальное оборудование для сбора и хранения данных, программы для проведения анализа и специалисты – аналитики Big Data. Для бюджетов избирательных кампаний это серьезные убытки.

Также к рискам применения технологии можно отнести:

- Возможность утечки данных за рубеж, т. к. используется как правило зарубежное программное обеспечение;
- Неопределенность правового статуса данных, вследствие правового вакуума (в России);
- Возможность манипуляции общественным мнением;
- Шанс сбоя в работе анализатора данных, который может повлечь серьезные ошибки в избирательной стратегии штаба кандидата;
- Неравномерность данных. Данные как правило доступны только по большим городам и среди определенных возрастных групп.

Одной из наиболее социально значимых отраслей для применения Big Data является здравоохранение. Системы, позволяющие работать с Big Data, являются уникальным инструментом в решении задач здравоохранения, поскольку позволяют проанализировать большой поток информации о пациентах, особенностях возникновения и протекания болезней, действии препаратов; составлять прогнозы возникновения эпидемий; определять более

эффективные методы лечения и т. д. Кроме того, использование инструментов работы с большими данными особенно актуально в здравоохранении ввиду роста запросов пациентов к качеству обслуживания.

К большим данным в сфере здравоохранения можно отнести:

- данные, полученные из диагностики;
- данные с датчиков мониторинга;
- информацию, полученную при неотложной помощи;
- результаты применения нетрадиционной медицины;
- нормативные документы в области здравоохранения;
- данные о лекарствах и т. д.

Примером больших данных в здравоохранении можно считать всю информацию о генетических особенностях организма, что составляет сотни Гб на человека.

Технологии Big Data способствуют упрощению некоторых процессов в здравоохранении. Например, с помощью анализа Big Data улучшится качество клинических испытаний. Кроме того, в качестве основных преимуществ применения таких технологий можно выделить:

1. Возможность самостоятельно контролировать свое здоровье.
2. Упрощение процесса принятия решения о диагнозе пациента ввиду компьютерного анализа анамнеза.
3. Переход от традиционных медицинских методов к совершенствующимся методам с сохранением накопленного опыта.

2. Цифровые технологии в сельском хозяйстве

Современное сельское хозяйство активно внедряет цифровые технологии, способствующие повышению производительности и эффективности. Одна из основных целей цифровизации в сельском хозяйстве - повышение качества и количества продукции за счет повышения точности и скорости процесса выращивания.

Сегодня существует множество цифровых технологий, способных помочь в этом, включая беспилотники, роботов, GPS-технологии и автоматизированные системы искусственного орошения. Одним из основных преимуществ цифровых технологий в сельском хозяйстве является возможность повышения качества и количества урожая за счет точного прогнозирования урожайности и борьбы с болезнями растений.

Цифровые технологии также могут повысить эффективность использования ресурсов, например, за счет снижения затрат на воду, удобрения и пестициды.

Существуют различные цифровые платформы для улучшения и оптимизации сельскохозяйственного производства, позволяющие фермерам оперативно контролировать и управлять всеми процессами. Эти платформы позволяют отслеживать состояние посевов, следить за погодными и климатическими изменениями, проверять уровень влажности почвы и многое другое.

Электронные торговые площадки также позволяют фермерам продавать свою продукцию напрямую, без посредников, получая при этом более высокую прибыль. Однако цифровые технологии имеют как недостатки и ограничения, так и преимущества.

Многие фермеры не имеют доступа к высокоскоростному Интернету и современному оборудованию, что ограничивает их возможности по использованию цифровых технологий. Высокая стоимость внедрения цифровых технологий также может стать препятствием для многих производителей. В целом цифровые технологии уже сегодня являются важным инструментом для современного сельского хозяйства, поскольку позволяют сделать производство более эффективным и устойчивым, повысить качество и количество сельскохозяйственной продукции.

Еще одним преимуществом применения цифровых технологий в сельском хозяйстве является их способность снижать риски для здоровья людей и окружающей среды. Например, можно установить

автоматизированные системы искусственного орошения для точного распределения воды и удобрений, что позволит снизить затраты на химикаты и риск их загрязнения почвы и грунтовых вод. Кроме того, цифровые технологии могут повысить прозрачность и подотчетность в сельском хозяйстве, позволяя производителям более эффективно управлять ресурсами и повышать качество продукции. Например, технология блокчейн может использоваться для отслеживания поставок продукции от производителя до потребителя, что позволяет более точно определять, где и когда возникают проблемы в производственном цикле, и быстрее принимать меры. В целом цифровые технологии уже трансформируют современное сельское хозяйство, делая его более продуктивным, эффективным и устойчивым. Но чтобы перейти на следующий этап развития, необходимо устранить барьеры, ограничивающие доступ к этим технологиям. Для этого потребуются инвестиции в сельское хозяйство, государственная поддержка и активизация усилий по повышению квалификации фермеров.

2.1 Перспективы и направления цифровой трансформации АПК

Цифровые технологии также используются для разработки новых продуктов, улучшения инфраструктуры, решения проблем изменения климата, обеспечения безопасности и оптимизации процессов. Внедрение цифровых технологий является важным фактором развития агробизнеса и обеспечения продовольственной безопасности.

Направлениями цифровой трансформации в агробизнесе являются

- Точное земледелие: использование GPS-навигации, датчиков и искусственного интеллекта для оптимизации процессов сельскохозяйственного производства;
- Роботизированное сельское хозяйство: использование роботов и автоматизированных систем для выполнения различных сельскохозяйственных задач;

- Беспилотные летательные аппараты (БПЛА): Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) активно используются в цифровизации сельского хозяйства для различных целей, таких как:

- Мониторинг полей: БПЛА позволяют получать детальную информацию о состоянии посевов, выявлять проблемные участки и определять необходимые меры по уходу за культурами.

- Контроль поголовья скота: БПЛА используются для наблюдения за животными на пастбищах и в загонах, что позволяет своевременно обнаружить болезни или проблемы с питанием.

- Определение оптимального времени сбора урожая: с помощью БПЛА можно контролировать процесс созревания культур и определить оптимальное время для сбора урожая.

- Проведение аэрофотосъемки: полученные снимки используются для создания цифровых карт полей, что упрощает планирование и контроль выполнения агротехнических мероприятий.

- Борьба с вредителями и болезнями растений: БПЛА могут быть оснащены специальными распылителями, которые позволяют быстро и точно обрабатывать большие площади посевов.

- Обучение и повышение квалификации специалистов: использование БПЛА позволяет наглядно демонстрировать различные процессы и технологии, что облегчает обучение и повышает эффективность работы специалистов. В целом, БПЛА являются важным инструментом в арсенале цифровизации сельского хозяйства и позволяют существенно повысить эффективность сельскохозяйственного производства.

- Цифровое животноводство: использование технологий для мониторинга здоровья животных и оптимизации их кормления и ухода;

- Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение: ИИ и машинное обучение играют значительную роль в цифровизации сельского хозяйства. Они используются для анализа больших объемов данных о состоянии почвы, климатических условиях, урожайности и т.д. ИИ может

помочь в принятии решений о том, как управлять фермой, какие культуры выращивать и как оптимизировать использование ресурсов. Кроме того, ИИ может использоваться для автоматизации процессов, таких как сбор урожая или управление системами полива. Машинное обучение также используется для прогнозирования погоды, анализа данных об урожае и определении оптимального времени для посева и сбора урожая.

- Создание цифровых платформ: обмен информацией между участниками агробизнеса и разработка платформ для поиска партнеров и доступа к ресурсам и технологиям;
- Развитие инфраструктуры: создание и развитие инфраструктуры для хранения, обработки данных и передачи информации;
- Разработка новых методов ведения сельского хозяйства: использование цифровых технологий для разработки новых методов ведения сельского хозяйства, более эффективных и экологичных;
- Оптимизация логистики: использование систем отслеживания грузов, автоматизация процессов управления складом.

2.2 Передовой опыт цифровых преобразований в АПК

Цифровые технологии играют сегодня важную роль в повседневной жизни, и сельское хозяйство не является исключением. Сельскохозяйственные предприятия все больше внимания уделяют повышению уровня производительности и эффективности своих процессов, в том числе с использованием цифровых технологий. При этом цифровая трансформация в агробизнесе может стать важным фактором будущего развития.

Одним из основных направлений цифровой трансформации в агропромышленном комплексе является использование датчиков, позволяющих собирать данные о почве, погоде и качестве растений. Эти данные могут быть использованы для улучшения управления всеми

асpekтами сельскохозяйственного производства. Например, данные о почве можно собирать и анализировать для прогнозирования потенциальных проблем с урожаем и заблаговременного принятия мер по их предотвращению.

Вторая тенденция - использование различных программных приложений, упрощающих управление производством. Например, специальные приложения могут использоваться для мониторинга погодных условий и прогнозирования оптимального времени посадки и внесения удобрений. Это также помогает лучше управлять затратами на сельскохозяйственное производство и повышать рентабельность предприятий.

Третья тенденция - автоматизация процессов.

В качестве примера можно привести мониторинг посевов с помощью беспилотников, автоматизацию ирригации и уборки урожая, а также использование роботизированных комбайнов. Это повышает эффективность производства и снижает трудозатраты.

В целом цифровая трансформация открывает перед сельхозпроизводителями новые возможности для повышения качества и эффективности производства. Однако для этого важно не только внедрить новые технологии, но и научиться анализировать и использовать полученную информацию.

Таким образом, сельскохозяйственные предприятия могут стать более конкурентоспособными и успешными в своей отрасли.

Цифровые технологии приобретают все большее значение в современном обществе, это касается и сельского хозяйства, и агробизнеса. Этот сектор идет в ногу со временем и активно внедряет новые ИТ-решения, которые позволяют значительно повысить эффективность работы фермеров и общую производительность сельского хозяйства.

Ниже приведены некоторые из наиболее важных и современных технологических решений для цифровой трансформации в сельскохозяйственном секторе:

- Датчики для мониторинга: В цифротизации сельского хозяйства используются различные датчики для мониторинга состояния почвы, растений и животных, а также для контроля погодных условий и отслеживания урожая. Некоторые из них включают:

- Датчики влажности почвы: Эти датчики помогают определить уровень влажности почвы и оптимизировать систему полива.

- Термометры: они измеряют температуру почвы и воздуха, что важно для определения оптимальных условий для растений и скота.

- Газоанализаторы: Эти датчики измеряют уровень углекислого газа, кислорода и других газов в воздухе, что позволяет контролировать качество воздуха и определять необходимость вентиляции.

- Датчики освещенности: они измеряют интенсивность света и помогают определить, сколько света необходимо растениям для оптимального роста.

- Датчики ветра: они измеряют скорость и направление ветра, что помогает определить, насколько эффективно работают системы вентиляции и охлаждения в помещениях для животных.

- Сенсоры влажности: они определяют уровень влажности воздуха и помогают поддерживать оптимальный микроклимат в помещениях.

- Радарные сенсоры осадков: они помогают определить количество и тип осадков, что важно для планирования сельскохозяйственных работ и определения необходимости полива. Эти датчики соединяются с компьютерами и системами управления, что позволяет собирать и анализировать данные в режиме реального времени, а также принимать решения на основе полученных данных.

- Облачные технологии: Облачные технологии играют важную роль в цифровизации сельского хозяйства, предоставляя возможность

хранения и анализа больших объемов данных, а также удаленного доступа к информации. Они позволяют фермерам получать информацию о состоянии почвы, погодных условиях, а также контролировать процесс выращивания культур и следить за здоровьем животных. Кроме того, облачные технологии упрощают процесс обмена данными между различными участниками аграрного сектора, что способствует повышению эффективности работы и снижению затрат.

- **Управление полем:** В цифротизации сельского хозяйства управление полем включает в себя множество аспектов, таких как планирование посева, контроль за состоянием почвы, определение оптимальных условий для роста растений и многое другое. Для этого используются различные технологии, включая датчики, которые собирают информацию о состоянии поля, и облачные технологии, которые позволяют анализировать эти данные и принимать решения на их основе. Например, датчики влажности почвы помогают определить, когда необходимо поливать поле, а датчики освещенности - сколько света нужно растениям для нормального роста. Все эти данные собираются и анализируются в облаке, что позволяет принимать решения о том, какие действия необходимо предпринять для оптимизации роста растений на поле.

- **Аналитика:** В цифротизации сельского хозяйства аналитика играет ключевую роль, поскольку позволяет обрабатывать большие объемы данных и на их основе принимать решения, направленные на повышение эффективности работы предприятий агропромышленного комплекса и улучшение качества продукции. Аналитика используется для определения оптимальных условий для выращивания различных культур, контроля за здоровьем животных, прогнозирования урожайности и многих других задач. Благодаря использованию аналитики, предприятия агропромышленного сектора могут снизить свои затраты, повысить производительность и улучшить качество продукции.

- **Технология блокчейн:** Блокчейн в сельском хозяйстве может использоваться для решения различных задач, связанных с управлением цепочками поставок, контролем качества продукции и обеспечением безопасности данных. Например, с помощью блокчейна можно отслеживать происхождение продуктов питания, обеспечивая потребителям уверенность в их качестве и безопасности. Также блокчейн может помочь в управлении земельными ресурсами, упрощая процесс передачи прав собственности на землю и обеспечивая прозрачность сделок. Кроме того, блокчейн может быть использован для создания децентрализованных систем хранения данных, что может быть полезно для фермеров, которые хотят контролировать доступ к своей информации

- **Цифровая трансформация животноводческого сектора:** В животноводстве цифровая трансформация включает в себя использование различных технологий для повышения эффективности и снижения затрат на производство. Например, автоматическое кормление и поение животных позволяет снизить трудозатраты и улучшить контроль за питанием. Мониторинг здоровья животных и их поведения помогает выявлять проблемы на ранних стадиях и принимать меры для их решения. Оптимизация процессов кормления и содержания также способствует повышению эффективности производства. Использование цифровых технологий также улучшает качество продукции и снижает ее себестоимость за счет более точного контроля за питанием и условиями содержания животных.

2.3 Цифровые технологии в управление предприятиями АПК

В современном мире цифровые технологии играют важную роль во всех сферах деятельности, в том числе и в управлении предприятиями агропромышленного комплекса. Цифровые технологии позволяют оптимизировать производственные процессы, снизить затраты и повысить

эффективность работы предприятий. Наиболее распространенными цифровыми технологиями в управлении предприятиями АПК являются:

Автоматизированные системы управления: помогают контролировать и координировать производственные процессы, учитывать и анализировать информацию о работе оборудования и персонала.

Технологии точного земледелия: используют спутниковые данные, геоинформационные системы и другие технологии для оптимизации обработки земли и выбора наиболее подходящих условий выращивания.

Робототехника: Роботы используются для выполнения рутинных и опасных задач, таких как уборка урожая, обработка полей и уход за животными. Искусственный интеллект и машинное обучение: Эти технологии используются для анализа данных, прогнозирования погодных условий, определения оптимальных условий выращивания и контроля качества урожая.

Блокчейн: технологии, обеспечивающие безопасные и прозрачные транзакции между участниками агробизнеса, а также системы учета и управления продукцией. Это лишь некоторые из многочисленных цифровых технологий, используемых в управлении агробизнесом. Количество и разнообразие этих технологий растет с каждым годом, и они могут сделать управление агробизнесом еще более эффективным и инновационным.

Еще одной важной цифровой технологией в управлении агробизнесом является использование беспилотных летательных аппаратов. Беспилотники позволяют с воздуха осматривать поля, выявлять проблемные участки и контролировать процесс уборки урожая. Они также могут использоваться для доставки товаров и материалов в отдаленные районы, что позволяет сократить логистические издержки.

Стоит также отметить, что цифровые технологии могут быть использованы для создания систем мониторинга и управления состоянием скота на фермах. Это позволяет повысить продуктивность животных и

снизить затраты на ветеринарные услуги за счет своевременного выявления заболеваний и проведения лечебных мероприятий.

В целом цифровые технологии играют важную роль в развитии агропромышленного комплекса и повышении его конкурентоспособности на мировом рынке. Цифровые технологии позволяют предприятиям адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям, повышать качество продукции и снижать производственные затраты.

Еще одной важной областью применения цифровых технологий является создание цифровых двойников на сельскохозяйственных предприятиях. Цифровой двойник — это виртуальная копия реального объекта, позволяющая моделировать различные сценарии работы и оптимизировать процессы. Например, цифровой двойник фермы может помочь определить оптимальную структуру стада, оптимальные корма для скота и другие параметры, влияющие на производительность хозяйства.

Кроме того, цифровые технологии позволяют автоматизировать процессы принятия решений в сельскохозяйственном секторе. Например, системы машинного обучения могут анализировать данные о состоянии почвы, погоде, ценах на урожай и т.д. и предлагать оптимальные стратегии развития бизнеса.

Таким образом, использование цифровых технологий в управлении агрохолдингами позволяет повысить операционную эффективность, снизить затраты и улучшить качество продукции. Однако для успешного внедрения этих технологий необходимо учитывать специфику отрасли, а также готовить специалистов, способных работать с новыми технологиями.

В целом использование цифровых технологий в управлении агрохолдингами становится все более важным и необходимым. Это связано с тем, что современные технологии позволяют существенно повысить эффективность работы предприятий, снизить себестоимость и улучшить качество продукции.

Кроме того, использование цифровых технологий позволяет компаниям адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям и повышать свою конкурентоспособность на мировом рынке. Еще одним важным направлением применения цифровых технологий в АПК является создание систем управления данными. Эти системы обеспечивают эффективный сбор, хранение и обработку данных о деятельности компании. Они также могут использоваться для анализа больших данных, прогнозирования поведения рынка и выявления новых возможностей для бизнеса.

Наконец, нельзя переоценить значение разработок в области искусственного интеллекта и машинного обучения для агробизнеса. Эти технологии уже сегодня используются для автоматизации административных процессов, оптимизации производственных процессов и повышения эффективности использования ресурсов. Ожидается, что в будущем искусственный интеллект станет неотъемлемой частью управления агробизнесом и позволит ему стать еще более конкурентоспособным на мировом рынке.

Таким образом, цифровые технологии являются важным фактором развития агропромышленного комплекса в современном мире. Цифровые технологии повышают эффективность работы предприятий, снижают издержки производства и улучшают качество продукции. В то же время успешное внедрение цифровых технологий требует от предприятий адаптации к изменениям, обучения сотрудников новым технологиям и разработки стратегий использования этих технологий для получения конкурентных преимуществ.

Еще одним ключевым элементом успешной цифровизации является безопасность данных. В частности, информация должна быть защищена от несанкционированного доступа, потери или повреждения. Для этого используются различные схемы шифрования данных и системы контроля доступа к информации.

Другим важным аспектом является подготовка специалистов к работе с цифровыми технологиями. Для этого необходимо разрабатывать программы подготовки и переподготовки кадров, а также создавать условия для привлечения в отрасль молодых специалистов. В заключение следует отметить, что цифровые технологии имеют ключевое значение для развития агропромышленного комплекса и укрепления его конкурентоспособности. Однако для успешного применения этих технологий необходимо учитывать специфику отрасли и разрабатывать стратегию использования цифровых технологий для достижения конкретных целей.

Еще одним важным аспектом использования цифровых технологий в агропромышленном секторе является их влияние на окружающую среду. Например, использование технологий точного земледелия позволяет сократить применение пестицидов и удобрений и, как следствие, уменьшить загрязнение почвы и водных ресурсов. Использование дронов и беспилотных технологий также имеет множество экологических преимуществ. Например, оно позволяет сократить выбросы парниковых газов, связанные с транспортировкой товаров и материалов. Кроме того, использование беспилотников для мониторинга и контроля состояния домашнего скота позволяет сократить количество отходов и предотвратить загрязнение окружающей среды.

В целом использование цифровых технологий в сельскохозяйственном секторе не только повышает эффективность бизнеса, но и способствует защите окружающей среды.

Однако для полной реализации потенциала этих технологий необходимы дополнительные исследования и разработки в этой области.

Еще одна важная область применения цифровых технологий - логистика и доставка товаров. Использование беспилотников и беспилотных транспортных самолетов позволяет сократить время доставки и снизить стоимость логистических услуг. Кроме того, применение цифровых технологий для оптимизации маршрутов доставки товаров также позволяет

снизить затраты. Например, компания Amazon уже использует беспилотные летательные аппараты для доставки товаров в некоторых регионах США. В России также есть компании, использующие беспилотники для доставки товаров. Следует отметить, что использование беспилотников в сельскохозяйственном секторе может иметь ограничения по безопасности и экологичности. Поэтому необходимо разработать правила и стандарты использования таких технологий для обеспечения безопасности и эффективности.

Другой важной областью применения цифровых технологий является образование и наука. Технологический прогресс позволяет создавать новые, более эффективные и доступные методы обучения и исследований. Например, технология виртуальной реальности позволяет создавать более реалистичные условия для обучения и исследований. Технологии искусственного интеллекта также могут быть использованы для создания новых методов обучения и анализа данных.

В заключение следует отметить, что цифровые технологии могут сыграть важную роль в развитии сельского хозяйства. Они могут повысить эффективность производства, снизить затраты и улучшить качество продукции.

Однако для того чтобы полностью использовать потенциал этих технологий, необходимо разработать новые методы их применения и адаптировать их к конкретным условиям производства. Еще одним важным направлением применения цифровых технологий является управление рисками в сельском хозяйстве.

Цифровые технологии позволяют анализировать большие объемы данных и выявлять риски, связанные с погодными условиями, болезнями животных, вредителями и т.д.

Это позволяет компаниям принимать более обоснованные решения и снижать риски. Например, компании могут использовать данные о погоде для прогнозирования урожайности и определения необходимого количества

запасов. Данные о заболеваниях животных также могут использоваться для предотвращения вспышек и принятия мер по снижению потерь.

Цифровые технологии можно использовать и для управления рисками, связанными с изменением климата. Например, компании могут использовать данные о температуре и влажности воздуха для прогнозирования изменений в окружающей среде и принятия соответствующих мер. В целом управление рисками является важной составляющей сельскохозяйственного сектора, и цифровые технологии могут помочь компаниям более эффективно управлять рисками и снизить их экологические и социальные последствия.

Цифровые технологии могут сделать работу в аграрном секторе более интересной и привлекательной для молодежи, что будет способствовать развитию отрасли и повышению качества жизни людей. Другой важной областью применения цифровых технологий является защита окружающей среды в сельском хозяйстве. Такие технологии, как точное земледелие, помогают защитить окружающую среду и улучшить здоровье людей за счет сокращения использования пестицидов и других вредных веществ. Беспилотники также могут использоваться для мониторинга окружающей среды и контроля выбросов парниковых газов в результате сельскохозяйственной деятельности. Это может помочь предприятиям выполнить требования по сокращению выбросов и улучшить экологическую обстановку.

3. Цифровые технологии в растениеводстве

Цифровые технологии в сельском хозяйстве – это автоматизация технологических сельскохозяйственных процессов за счет цифрового моделирования всех производственных циклов.

Цифровые технологии в растениеводстве получили развитие по нескольким основным направлениям. Темпы роста по различным направлениям существенно различны, но, при этом, каждый год можно

отметить развитие цифровых технологий во всех этих направлениях. Самыми распространенными из них на сегодня можно считать:

выполнение мониторинга состояний сельхозкультур, расчёт индексных показателей растительной массы. Для этих целей применяются снимки, сделанные беспилотниками, а также снимки со спутников;

оценочный расчёт будущего урожая. При помощи планшета можно собрать на конкретном поле главные показатели урожайности. Затем специальное программное обеспечение выполняет расчёты и формирует точные данные о текущем положении дел с посаженной культурой;

выполнение мониторинга и прогноз будущих урожаев. Накопление информационных данных по снимкам со спутников, со специальных датчиков, которые установлены на технологических устройствах фермеров. Оценивается положение с урожаем зерновых, уровнем влажности, другим характеристикам;

обнаружение болезнетворных проявлений, растений-сорняков, насекомых-вредителей;

непрерывные мониторинговые исследования почвенных изменений, таких как уровень питательных качеств почвы, количество органических элементов и так далее;

программное обеспечение (платформа), которое даёт возможность управлять фермами. Такая платформа объединяется с разным аппаратным обеспечением, применяемом в точной сельскохозяйственной деятельности. Информация с аппаратуры поступает на центральный пульт управления для анализа обработки;

обобщённые информационные платформы («Field View», «Farmers Business Network» и подобные им). Они позволяют фермерам построить свою центральную платформу, которая собирает информацию из большого количества объектов и затем есть возможность на основании этих данных увидеть общее положение дел в отрасли.

Перспективы цифровых технологий в сельхоз производстве достаточно радужные. Буквально каждый месяц возникает много новейших проектов и практических реализаций. Передовые фермеры стремятся как можно быстрее внедрять у себя передовые технологии.

Но если взять Россию, то в настоящее время степень использования технологии точного земледелия всё ещё достаточно низкая. У нас в стране их используют примерно десять процентов сельскохозяйственных предприятий. Применение технологий точного земледелия в нашей стране сталкивается с несколькими проблемами.

Главной проблемой является достаточно высокая стоимость внедрения таких технологий, а у подавляющего числа фермерских хозяйств, как правило, не хватает средств. Многих также пугает сложная современная компьютерная техника. Ведь по существу, разговор идёт о передовых цифровых технологиях на базе компьютеров. А сегодня на селе осталось крайне мало спецов, которые могут осуществить пуск в эксплуатацию и дальнейшее обслуживание технологического оборудования точного земледелия. К тому же достаточно мало практической реализации таких проектов, что тоже останавливает фермеров. А практически все технологии точного земледелия абсолютно новые, быстро меняющиеся и совершенствующихся. Такое стремительное развитие технологий подразумевает малый объём практических реализаций и, как следствие, вызывает трудности с оценкой их полезности в различных условиях использования [6].

3.1 Точечное земледелие

Точное земледелие – это система управления продуктивностью посевов, основанная на использовании комплекса спутниковых и компьютерных технологий. Вместо того, чтобы пахать, сеять, вносить удобрения «на глаз», как это делалось на протяжении всей предыдущей истории сельского

хозяйства, сегодня фермеры могут точно рассчитать количество семян, удобрений и других ресурсов для каждого участка поля с точностью до метра.

После того как на основе спутниковых и лабораторных данных составляется точная карта поля с указанием характеристик каждого его участка, фермер получает возможность более рационально распределять ресурсы между ними. Таким образом, удается избежать перерасхода ресурсов там, где они прежде использовались в избытке, и повысить продуктивность тех участков поля, которые ранее недополучали в удобрениях, вспашке или поливе.

При достаточно большом масштабе такой подход позволяет снизить расходы на производство единицы продукции и повысить отдачу с каждого квадратного метра земли. Кроме того, эта технология открывает дополнительные возможности для повышения качества продукции и в глобальном масштабе снижает нагрузку на окружающую среду.

Принцип работы системы точного земледелия

В основе всей системы точного земледелия лежит использование точных карт полей со всеми их характеристиками. Разумеется, для каждого поля и так существуют кадастровые карты, определяющие его границы на местности. Однако эти карты практически не дают никакой полезной информации в рамках производственного процесса агропредприятия.

Помимо границ участков нужны точные данные о химическом составе почвы, уровне ее влажности (в том числе глубине подземных вод), количестве получаемой солнечной радиации, углу наклона относительно горизонта, преобладающих ветрах, наличии по близости значимых природных и других объектов (лесов, водоемов, промышленных предприятий, жилых домов, дорог и т.п.). Чем больше факторов учтено и чем подробнее карта, тем точнее можно использовать спутниковые и компьютерные технологии точного земледелия, тем адекватнее и оперативнее можно корректировать производственный процесс.

Составление карт осуществляется различными методиками. Это и взятие проб грунта с дальнейшим проведением лабораторных анализов, и получение информации со спутников, и общий научный анализ каждого участка. Разумеется, карты составляются не на бумаге, а в электронном виде с помощью специальных компьютерных программ, которые интегрируют их с остальным оборудованием.

На основе электронных карт создаются точные инструкции по количеству удобрений, семян, воды, которые нужно внести на каждый участок поля. Эти инструкции загружаются в компьютеризированную сельхозтехнику, выходящую в поле. Далее машина обрабатывает поле с минимальным участием человека, который просто контролирует правильность исполнения этих инструкций. Руководствуясь инструкциями и ведомая с помощью спутниковой навигации, машина сама регулирует количество вносимых удобрений и семян на каждом участке поля. При этом исключаются просветы и нахлесты между обработанными участками.

Система параллельного вождения

Одной из самых доступных и в то же время самых популярных технологий точного земледелия является система параллельного вождения. Она требует гораздо меньше затрат на внедрение, чем другие, а эффект заметен сразу.

Данная система позволяет проводить полевые работы (вспашка, культивация, сев, внесение удобрений, уборка урожая) с максимальной точностью и минимумом «ненужных» движений. Также важным ее преимуществом является возможность обработки поля ночью с той же эффективностью и точностью, что и днем. Значение такой возможности трудно переоценить, когда из-за неблагоприятных погодных условий для проведения полевых работ есть небольшое «окно» в 2-3 дня, из которых нельзя терять буквально ни одного часа.

Система параллельного вождения основана на использовании сигнала спутниковой навигации. При этом, если использовать бесплатный GPS-

сигнал, движение сельхозтехники по полю осуществляется с точностью до 30 см. При работе с платным сигналом точность доходит до 2,5 см. Используя платный сигнал, можно радикально сократить площадь пропущенных (необработанных) или дважды обработанных участков поля. Также сокращается длина холостого хода техники и ширина разворотной полосы. В целом сильно снижается (до 20%) удельное количество используемых ресурсов – топлива, семян, удобрений.

Преимуществом системы параллельного вождения является то, что она не требует таких высоких затрат, как другие элементы точного земледелия (например, не нужно составлять подробные карты полей). К тому же она технологически более простая и доступная. При этом система очень быстро окупается – буквально за один-два сезона.

Другие популярные технологии точного земледелия

Как уже было сказано, точное земледелие в сельском хозяйстве – это общая концепция, подход к управлению производственным процессом, а не перечень из нескольких конкретных технологий. По большому счету, к точному земледелию можно отнести все технологии и системы, основанные на компьютерных и спутниковых системах и призванные рационализировать и оптимизировать использование сырья и ресурсов.

Помимо системы параллельного вождения и картографирования полей, о которых уже шла речь, стоит упомянуть еще несколько популярных технологий данного направления:

- системы GPS-мониторинга. Спутниковая навигация может использоваться не только для точного управления трактором или комбайном в поле, но и для отслеживания его местоположения на местности вообще. Установив GPS-маячки во всю сельхозтехнику и весь служебный автотранспорт, можно не волноваться, что водитель зерновоза или комбайнер по пути с поля в ангар завернет в соседнее село по личным делам;
- мобильные устройства. Смартфоны, планшеты, ноутбуки и другие подобные девайсы также находят применение в сельском хозяйстве.

Используя установленное на них специализированное ПО и приложения, можно более оперативно отслеживать и анализировать состояние полей во время выездов на местность;

- робототехника. По мере развития компьютерных технологий всё больше технологических задач можно поручать автоматизированным и роботизированным машинам, которым не требуется постоянный контроль со стороны человека-оператора;

- системы орошения. Всё больше фермеров сталкиваются с возрастающей проблемой нехватки воды для полива полей. Современные технологии позволяют в круглосуточном режиме отслеживать уровень влажности почвы и автоматически поливать только проблемные участки. При этом воды вносится ровно столько, сколько нужно. Это гораздо эффективнее, чем поливать сразу всё поле строго по расписанию;

- смарт-технологии. Технология «умный дом» позволяет управлять всеми инженерными системами здания из единого центра, более рационально расходуя электричество, воду, тепловую энергию и т.д. Тот же принцип можно использовать и в сельском хозяйстве, когда все объекты (техника, оборудование, здания) соединены в общую информационную сеть и могут контролироваться и отчасти управляться удаленно из единого центра;

- система датчиков. Разместив в полях беспроводные датчики, можно в реальном времени контролировать состояние посевов, уровень влажности почвы и другие важные параметры удаленно. Это не только снимает необходимость физически выезжать в поля, тратя время и топливо, но и позволяет более оперативно реагировать на любые изменения.

Использовать эти и другие технологии можно как по отдельности, так и в комплексе. Всё зависит от финансовых возможностей предприятия и проблем, которые стоят наиболее остро перед ним.

Преимущества и недостатки точного земледелия

Отчасти выше уже рассказано о том, какие преимущества несет в себе использование технологий точного земледелия. Если резюмировать, то список достоинств данной системы выглядит так:

1. оптимизация (минимизация) затрат сырья и материалов – топлива, семян, удобрений, воды и т.д.;
2. повышение урожайности используемых полей;
3. улучшение качества получаемой продукции;
4. повышение качественных характеристик используемой земли;
5. снижение негативного влияния на окружающую среду.

Однако на пути внедрения данных технологий стоит несколько препятствий, которые с определенной долей условности можно назвать недостатками:

- дороговизна. На внедрение этих технологий нужны немалые средства, которых у большинства сельхозпредприятий и так не хватает. Даже с учетом хорошей окупаемости не каждое хозяйство может позволить себе технологии точного земледелия;

- техническая сложность. По сути речь идет о современных ультра-сложных компьютерных технологиях. В сельской местности не так-то просто найти специалистов, способных не то что внедрить, а хотя бы обслуживать девайсы системы точного земледелия;

- отсутствие практического опыта. Почти все технологии точного земледелия являются совершенно новыми. К тому же они быстро меняются и совершенствуются. Столь быстрый технический прогресс означает, что нет достаточной практики их применения, а, следовательно, невозможно адекватно оценить эффективность их применения в тех или иных условиях.

И всё же эти недостатки нельзя считать существенной причиной для отказа от использования точного земледелия в принципе. Очевидно, что за ним будущее, и те предприятия, которые раньше освоят данные технологии, получат существенные преимущества в конкурентной борьбе за рынки сбыта своей продукции [7].

3.1.1 Системы навигации и телеметрии

На современном этапе развития агропромышленного производства в России одним из наиболее популярных и рентабельных направлений в области ресурсосберегающих технологий, стала навигация. Навигатор для сельского хозяйства решает несколько иные задачи, нежели в области транспорта и логистики грузоперевозок.

Навигационные системы в области растениеводства призваны решать следующие задачи: экономия удобрений, средств защиты растений, семян, топлива и других средств производства за счет сокращения ширины линии двойной обработки между двумя проходами сельскохозяйственной техники. Это составляет от 3 до 15 % и более (на разных технологических операциях) от стоимости проводимых работ. Интенсификация использования сельскохозяйственной техники (дают возможность качественно работать в полях в ночное время суток, в туман, при запыленности и задымленности). Это в свою очередь позволяет более своевременно выполнять все технологические операции, что положительно сказывается на количестве и качестве урожая. Повышение точности, а значит качества выполнения всех технологических операций.

На российском рынке, в настоящее время, можно найти навигационные системы для сельскохозяйственной техники различных производителей которые делятся на два основных типа:

- система параллельного вождения (курсоуказатель, электронный маркер);
- автопилот для трактора или комбайна (гидравлический или подруливающее устройство).
- Системы, обеспечивающие параллельное вождение, как правило, состоят из:

- GPS-приемника (сейчас на рынке появляются приемники, дающие возможность использовать для определения координат, в том числе, и спутники ГЛОНАСС);
- основного модуля, в котором происходит обработка данных, настройка системы и вывод указания курса на дисплей для механизатора;
- провода, соединяющего антенну с основным модулем и провода питания, который позволяет подключить прибор к бортовой электросети чаще всего от прикуривателя в тракторе.

Такого типа GPS-навигаторы для сельского хозяйства работают по схеме:

- система параллельного вождения оперативно устанавливается на любую технику;
- настройка системы и обучение механизаторов тоже не занимает много времени (при настройках вводится ширина захвата агрегата, который установлен на трактор, или ширина жатки);
- при выходе в поле механизатор фиксирует специальной кнопкой начало движения (точка «А») после этого, совершив первый проход по полю, он обозначает конечную точку движения (точку «В»). При этом в памяти прибора сразу автоматически строятся параллельные линии на расстоянии введенной в настройках ширины захвата;
- после этого можно непосредственно осуществлять параллельное вождение по курсоуказателю, который появится на основном блоке прибора (при этом двигаться можно, как в режиме прямых линий, так и повторяя все неровности первого прохода).

Системы параллельного вождения позволяют механизатору работать с точностью 20 – 40 см (с большей точностью физически сложно вести любой трактор по указанному курсу в соответствии с требованиями к выполнению технологических операций). Однако некоторые приборы обладают большей точностью – другие меньшей (в зависимости от поправки GPS-сигнала, используемой на приборе). Цена систем параллельного вождения варьирует в

зависимости от точности работы прибора, возможностей развивать ее в дальнейшем до автопилота (или с базовой RTK GPS станцией) и др.

Характеристики ряда систем параллельного вождения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика ряда систем параллельного вождения

№	Система параллельного вождения	Характеристика
1	Ag GPS 252	Точность вождения агрегата 30–2,5 см (в зависимости от варианта оснащения). Увеличивает производительность агрегатов на 13–20 %
2	Ag GPS EZ — Guide Plus	Точность вождения от гона к гону 15–30 см. Совмещается с любым трактором. Увеличивает производительность на 13–20 %
3	Автопилот E-Drive	Точность прохождения смежных проходов 10 см. Позволяет водить трактор на склонах. Устанавливается на любые импортные тракторы с гидроусилителем руля
4	Ag GPS EZ — Steer	Подруливающее устройство (удерживает агрегат на заданной прямой линии при движении по гону). Точность вождения 15–20 см
5	Автопилот Trimble Ag GPS Autopilot	Обеспечивает идеально ровное вождение. Уменьшает перекрытие при севе до 5–10 см, не оставляя огрехов. Обеспечивает работу на скоростях до 30 км/час
6	Outback — S2	Усовершенствованная система параллельного вождения с повышенной точностью (5–10 см). Устанавливается на любое транспортное средство. Русифицированное меню
7	Novator Visia «Tecnomas»	Приёмник сигнала GPS и адаптированный с ним терминал автоматически осуществляют точное (± 30 см) вождение агрегата
8	EZ-Guide Plus	Точность вождения агрегата 30 см. Упрощает движение по кривой и развороты. Жидкокристаллический дисплей
9	Trimble EZ-Guide 500 (OnPath b HP XP)	Точность вождения 7–25 см. Антенна диапазона L1/L2. Отслеживает огрехи, измеряет площадь поля. Подключается к подруливающему устройству TrimbleEZ-Steer
10	Ag GPSFmX	Приёмники GPS и ГЛОНАСС. Точность вождения до 2–3 см. Одновременно с курсором указателем измеряется площадь поля. Интегрированный дисплей работает в ручном и автоматическом режиме
11	Raven Cruizer	Точность вождения 15–20 см. Подключается к подруливающему устройству SmartSteer и гидравлическому автопилоту Smart Trax
12	AutoFarm ATC	Точность вождения 15–20 см. Работает с поправкой Omnistar. Подключается к подруливающему устройству OnTrack, которое устанавливается на рулевое управление
13	AutoFarm A5 DGPS + автопилот	Точность вождения 5–10 см
14	Навигационный пульт	Точность вождения 50 см. Приёмник системы GPS.

	«Азимут-1»	Измеряет скорость агрегата, обработанную площадь поля. Пульт располагается в кабине трактора
15	Аэроюнион Аэронавигатор	Точность вождения 5–10 см. Включает бортовой навигационный комплекс «Аэронавигатор». Измеряет пройденное расстояние, обработанную площадь
16	Teejet Centerline 220	Точность вождения 35–40 см. Ориентирована на работу с автопил отом. Русскоязычное меню
17	Parallel Tracking+ Автопилоты Auto Track, фирма «John Deere»	В системе используется дисплей Green Star, мобильный процессор и приёмник сигнала StarFire, обеспечивающий высокую точность позиционирования
18	Topcon	Точность вождения 20–30 см
19	Farm Pro	Совмещает большой жидкокристаллический дисплей и автопилот компании AutoFarm. Система многофункциональна
20	Mueller Elektronik	Точность вождения 25–30 см. 12-канальный DGPS-приёмник.
21	Auto Track Universal фирма «John Deere»	Комплект универсален: устанавливается на любые машины. Имеются функции автопилотирования и коррекции положения на склонах. Работает с системой Green Star

В настоящее время существуют системы двух уровней:

- полностью автоматизированная система, когда вмешательство механизатора в управление не требуется;
- вспомогательная система – подруливающее устройство, когда механизатору нужно следить за препятствиями на пути и брать управление на себя при разворотах и на концах загона.

Эти технологии обеспечивают более точное вождение агрегата в поле и объективную оценку проведения работ. В результате повышается урожайность, улучшается качество продукции и сокращаются затраты на средства производства. Однако внедрение таких технологий связано с достаточно высокими первоначальными инвестициями [8].

Современная сельскохозяйственная техника представляет собой сочетание сложных механических и электронных устройств, среди которых часто можно встретить телеметрические системы. Они являются одними из самых инновационных технологий в точном земледелии и представляют собой механизм автоматического дистанционного сбора и анализа информации и передачи на основе этих данных управляющих команд.

Известно, что некорректная техническая и технологическая настройка сельхозтехники может привести к значительному недоиспользованию ее возможностей. Эффективность аграрных машин зависит также от человеческого фактора: производительность труда разных механизаторов в одних и тех же условиях может различаться на 40 %. Улучшить результаты агрегатов, снизить материальные и временные затраты на организацию контроля за работой, сбор, обработку и анализ данных о ходе выполнения технологических процессов способны телеметрические системы [9].

3.1.2 Дистанционное зондирование земли

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры. Рабочий диапазон длин волн, принимаемых съёмочной аппаратурой, составляет от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны).

Методы зондирования могут быть:

- пассивные – использующие естественное отраженное или вторичное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, обусловленное солнечной активностью;
- активные – использующие вынужденное излучение объектов, инициированное искусственным источником направленного действия.

Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата, характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы. Поэтому на космических аппаратах используется многоканальное оборудование пассивного и активного типов, регистрирующее электромагнитное излучение в различных диапазонах.

Космические аппараты дистанционного зондирования Земли используются для изучения природных ресурсов Земли и решения задач метеорологии. Космические аппараты для исследования природных ресурсов

оснащаются в основном оптической или радиолокационной аппаратурой, преимущества последней заключаются в том, что она позволяет наблюдать поверхность Земли в любое время суток, независимо от состояния атмосферы.

Пассивные сенсоры дистанционного зондирования регистрируют сигнал, излучаемый или отраженный объектом либо прилегающей территорией. Отраженный солнечный свет – наиболее часто используемый источник излучения, регистрируемый пассивными сенсорами. Примерами пассивного дистанционного зондирования являются цифровая и пленочная фотография, применение инфракрасных, приборов с зарядовой связью и радиометров.

Активные приборы, в свою очередь, излучают сигнал с целью сканирования объекта и пространства, после чего сенсор имеет возможность обнаружить и измерить излучение, отраженное или образованное путём обратного рассеивания целью зондирования. Примерами активных сенсоров дистанционного зондирования являются радар и лидар, которыми измеряется задержка во времени между излучением и регистрацией возвращенного сигнала, таким образом определяя размещение, скорость и направление движения объекта.

Дистанционное зондирование предоставляет возможность получать данные об опасных, труднодоступных и быстро движущихся объектах, а также позволяет проводить наблюдения на обширных участках местности. Примерами применения дистанционного зондирования может быть мониторинг вырубки лесов (например, в бассейне Амазонки), состояния ледников в Арктике и Антарктике, измерение глубины океана с помощью лота. Дистанционное зондирование также приходит на замену дорогостоящим и сравнительно медленным методам сбора информации с поверхности Земли, одновременно гарантируя невмешательство человека в природные процессы на наблюдаемых территориях или объектах.

При помощи орбитальных космических аппаратов ученые имеют возможность собирать и передавать данные в различных диапазонах

электромагнитного спектра, которые, в сочетании с более масштабными воздушными и наземными измерениями и анализом, обеспечивают необходимый спектр данных для мониторинга актуальных явлений и тенденций, таких как Эль-Ниньо и другие природные феномены, как в кратко-, так и в долгосрочной перспективе. Дистанционное зондирование также имеет прикладное значение в сфере геонаук (к примеру, природопользование), сельском хозяйстве (использование и сохранение природных ресурсов), национальной безопасности (мониторинг приграничных областей).

Рынок дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) считается одним из самых быстрорастущих в мире. Новые компании, технологии, услуги и сервисы появляются каждый год. Большие перспективы связаны с использованием беспилотных аппаратов, лидаров, микроспутников.

Техники получения данных

Основная цель мультиспектральных исследований и анализа полученных данных – это объекты и территории, излучающие энергию, что позволяет выделять их на фоне окружающей среды. Краткий обзор спутниковых систем дистанционного зондирования находится в обзорной таблице.

Как правило, лучшим временем для получения данных методами дистанционного зондирования является летнее время (в частности, в эти месяцы наибольший угол солнца над горизонтом и наибольшая длительность дня). Исключением из этого правила является получение данных с помощью активных датчиков (например, Радар, Лидар), а также тепловых данных в длинноволновом диапазоне. В тепловидении, при котором датчики проводят измерения тепловой энергии, лучше использовать промежуток времени, когда разница температуры земли и температуры воздуха наибольшая. Таким образом, лучшее время для этих методов – холодные месяцы, а также несколько часов до рассвета в любое время года.

Кроме того, есть ещё некоторые соображения, которые нужно учитывать. С помощью радара, например, нельзя получать изображение голой поверхности земли при толстом снежном покрове; то же самое можно сказать и о лидаре. Тем не менее, эти активные сенсоры нечувствительны к свету (или его отсутствию), что делает их отличным выбором для применения в высоких широтах (для примера). Кроме того, как радар, так и лидар способны (в зависимости от используемых длин волн) получать изображения поверхности под пологом леса, что делает их полезными для применения в сильно заросших регионах. С другой стороны, спектральные методы получения данных (как стереоизображения, так и мультиспектральные методы) применимы в основном в солнечные дни; данные, собранные в условиях низкой освещенности, как правило, имеют низкий уровень сигнал / шум, что усложняет их обработку и интерпретацию. К тому же, в то время как стереоизображения способны отображать и идентифицировать растительность и экосистемы, при помощи этого метода (как и при мультиспектральном зондировании) невозможно проникнуть под навес деревьев и получить изображения земной поверхности.

Применение дистанционного зондирования

При помощи спутников можно с определённой цикличностью получать изображения отдельных полей, регионов и округов. Пользователи могут получать ценную информацию о состоянии угодий, в том числе идентификацию культур, определение посевных площадей сельскохозяйственных культур и состояние урожая. Спутниковые данные используются для точного управления и мониторинга результатов ведения сельского хозяйства на различных уровнях. Эти данные могут быть использованы для оптимизации фермерского хозяйства и пространственно-ориентированного управления техническими операциями. Изображения могут помочь определить местоположение урожая и степень истощения земель, а затем могут быть использованы для разработки и реализации плана мелиоративных мероприятий, для локальной оптимизации использования

сельскохозяйственных химикатов. Основными сельскохозяйственными приложениями дистанционного зондирования являются следующие:

- растительность:
 1. классификация типа культур;
 2. оценка состояния посевов (мониторинг сельскохозяйственных культур, оценка ущерба);
 3. оценка урожайности.
- почва:
 1. отображение характеристик почвы;
 2. отображение типа почвы;
 3. эрозия почвы;
 4. влажность почвы;
 5. отображение практики обработки почвы.

Обработка данных

При ДЗЗ, как правило, применяется обработка цифровых данных, так как именно в этом формате получают данные ДЗЗ в настоящее время. В цифровом формате проще производить обработку и хранение информации. Двумерное изображение в одном спектральном диапазоне можно представить в виде матрицы (двухмерного массива) чисел $I(i, j)$, каждое из которых представляет интенсивность излучения, принятого датчиком от элемента поверхности Земли, которому соответствует один пиксель изображения.

Изображение состоит из $n \times m$ пикселей, каждый пиксель имеет координаты (i, j) – номер строки и номер колонки. Число $I(i, j)$ – целое и называется уровнем серого (или спектральной яркостью) пикселя (i, j) . Если изображение получено в нескольких диапазонах электромагнитного спектра, то его представляет трёхмерная решетка, состоящая из чисел $I(i, j, k)$, где k – номер спектрального канала. С математической точки зрения нетрудно обработать цифровые данные, полученные в таком виде.

Для того чтобы правильно воспроизвести изображение по цифровым записям, поставляемым пунктами приема информации, необходимо знать формат записи (структуру данных), а также число строк и столбцов. Используют четыре формата, которые упорядочивают данные как:

- последовательность зон (Band Sequential, BSQ). В BSQ-формате каждый зональный снимок содержится в отдельном файле. Это удобно, когда нет необходимости работать сразу со всеми зонами. Одну зону легко прочитать и визуализировать, зональные снимки можно загружать в любом порядке по желанию;
- зоны, чередующиеся по строкам (Band Interleaved by Line, BIL). В BIL-формате зональные данные записываются в один файл строка за строкой, при этом зоны чередуются по строкам: 1-ая строка 1-ой зоны, 1-ая строка 2-ой зоны, ..., 2-ая строка 1-ой зоны, 2-ая строка 2-ой зоны и т. д. Такая запись удобна, когда выполняется анализ одновременно всех зон;
- зоны, чередующиеся по пикселям (Band Interleaved by Pixel, BIP). В BIP-формате зональные значения спектральной яркости каждого пикселя хранятся последовательно: сначала значения первого пикселя в каждой зоне, затем значения второго пикселя в каждой зоне и т. д. Такой формат называют совмещённым. Он удобен при выполнении попиксельной обработки многозонального снимка, например, в алгоритмах классификации;
- последовательность зон со сжатием информации в файл методом группового кодирования (например, в формате jpg). Групповое кодирование используют для уменьшения объёма растровой информации. Такие форматы удобны для хранения больших снимков, для работы с ними необходимо иметь средство распаковки данных.

Файлы изображений обычно снабжаются следующей дополнительной информацией, относящейся к снимкам:

- описание файла данных (формат, число строк и столбцов, разрешение и т. д.);

- статистические данные (характеристики распределения яркостей – минимальное, максимальное и среднее значение, дисперсия);
- данные о картографической проекции.

Дополнительная информация содержится либо в заголовке файла изображения, либо в отдельном текстовом файле с именем, совпадающим с именем файла изображения [10].

3.1.3 Геоинформационные системы

Геоинформационная система (ГИС) – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах. Понятие геоинформационной системы также используется в более узком смысле – как инструмента (программного продукта), позволяющего пользователям искать, анализировать и редактировать как цифровую карту местности, так и дополнительную информацию об объектах.

Геоинформационная система может включать в свой состав базы данных дистанционного зондирования Земли, пространственные базы данных (в том числе под управлением универсальных СУБД), редакторы растровой и векторной графики, различные средства пространственного анализа данных. Применяются в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне и многих других областях. Научные, технические, технологические и прикладные аспекты проектирования, создания и использования геоинформационных систем изучаются геоинформатикой [11].

Основные области применения ГИС в сельском хозяйстве – увеличение производства сельскохозяйственной продукции, оптимизация ее транспортировки и сбыта. В качестве примера можно привести удачный опыт некоторых компаний по оценке требуемого количества и оптимизации доставки удобрений и ядохимикатов сельскохозяйственным предприятиям.

Сельскохозяйственные предприятия используют ГИС для пространственного анализа и мониторинга тенденций продуктивности сельскохозяйственного производства. Страховые компании используют ГИС для оценки рисков и уточнения страховых взносов при страховании урожая. Поставщики сельскохозяйственного оборудования, удобрений и ядохимикатов применяют ГИС для рекламирования и сбыта собственной продукции в сельскохозяйственных регионах, поиска оптимальных маршрутов доставки продукции автомобильным, водным и железнодорожным транспортом.

Комплексная ГИС наиболее часто включает в себя такие цифровые карты, как карты содержания минеральных веществ в почве, типов и характеристик почв, карты уклонов (с цифровой моделью рельефа) и экспозиций склонов, погодных, климатических и гидрологических условий. Крайне важной информацией являются цифровые карты за ряд последовательных таких факторов, как урожайность и тип посевов, тип механической и химической обработки почв, пространственное распределение заболеваний культур и динамика распространения вредных насекомых. При наличии такой информации открываются неограниченные возможности анализа, прогноза и оптимизации деятельности сельскохозяйственных предприятий.

Основные ГИС продукты для работы

Для создания и ведения карт и баз пространственных данных сельхоз назначения, как правило, используется семейство продуктов ArcGIS. Можно отметить несколько продуктов, обладающих специфическими функциями, важными для технологий точного земледелия. Это три дополнительных модуля – модуль пространственного анализа Spatial Analyst, модуль геостатистического анализа Geostatistical Analyst и модуль обработки снимков Image Analysis для ArcGIS (от компании Leica Geosystems GIS & Mapping, LLC). Первые два позволяют восстанавливать картину пространственного распределения показателей (например, агрохимических)

по точечным измерениям, а также исследовать зависимости между различными показателями, влияющими на продуктивность сельхозугодий.

Отличие геостатистики от традиционных статистических методик в том, что здесь учитывается пространственный аспект исследуемых явлений. Можно выявлять не только временные, но и пространственные тренды, учитывать влияние и взаимосвязи различных факторов не только во временном, но и в пространственном контексте. Модуль Image Analysis дополняет базовые продукты ArcGIS функциями обработки изображений. В сущности, это элементы другого продукта – ERDAS IMAGINE, – встроенные в среду ArcGIS. Достоинство этого модуля в том, что пользователю ArcGIS при работе со снимками не нужно осваивать интерфейс другого программного продукта, все функции доступны в знакомой среде, и интерфейс работы с ними сделан максимально простым. А ERDAS IMAGINE в этом случае будет востребован профессионалами обработки снимков.

Немаловажным фактором информатизации сельского хозяйства, в том числе и внедрения ГИС, является удаленность пользователей (специалистов хозяйств) от крупных городов, имеющих развитую информационную инфраструктуру. В этом случае оказываются весьма кстати возможности продуктов ESRI по созданию распределенных геоинформационных систем и обеспечению доступа к геоданным через Интернет. Продукты семейства ArcGIS могут работать и с локальными данными, находящимися на том же компьютере, и с любыми наборами данных в интернете. Для полевых специалистов полезно приложение ArcPad для карманных компьютеров.

Работы по использованию ГИС в сельскохозяйственной отрасли РФ были инициированы в 1999 году в Департаменте информатики, анализа и прогнозирования и в Главном вычислительном центре (ГВЦ) министерства. После изучения рынка ГИС в 2001 году по программе ARIS министерством были приобретены инструментальные средства для разработки ГИС – локализованные программные продукты семейства ArcGIS: ArcInfo, как основная инструментальная среда для создания, хранения и обработки

картографических данных на федеральном уровне, ArcView – на региональном уровне, а также ряд дополнительных модулей, обеспечивающих расширенные возможности создания, обработки и анализа разнообразной пространственной и атрибутивной информации. Для обработки данных дистанционного зондирования был приобретен программный продукт ERDAS IMAGINE компании Leica Geosystems, позволяющий легко интегрировать ДДЗ с картографическим материалом в единой ГИС среде.

Данные для ГИС

Совокупность данных, необходимых для использования рассматриваемой ГИС, делится на три группы:

1. Статистическая информация: экспликация земель сельскохозяйственного назначения, валовой сбор растениеводческой продукции, затраты на производство товарных культур, характеристика машинно-тракторного парка и пр.

2. Агрономическая информация: содержание питательных веществ в почве, подверженность водной и ветровой эрозии, кислотность почв, используемые севообороты, возделываемые культуры по полям и их урожайность, объемы внесения удобрений и пр.

3. Картографическая информация: цифровая карта сельхозугодий хозяйства, имеющая нарезку полей.

Для заполнения необходимых данных используется паспорт хозяйства.

Рынок ГИС стремительно развивается прежде всего в развитых странах, которые хотят снизить издержки и затраты и получить максимальное количество продукта. В этом им помогают ДДЗ, огромное количество ГИС программ и инструментов, успешно использующихся и помогающих в решении различного рода технических задач. В нашей стране данные разработки в последние несколько лет ведутся также активно, однако применяются нечасто и не везде. Причина этому низкий уровень аппаратного обеспечения регионов, отсутствие специалистов. Однако технологии

имеются, постепенно развиваются и внедряются повсеместно уверенными шагами [12].

3.2 Использование робототехники на предприятиях АПК

В АПК робототехнические средства могут быть использованы в следующих технологических процессах: выращивание сельскохозяйственных культур, животных и птицы; заготовка, хранение и переработка продукции; ремонт техники. Каждая из этих групп может быть разбита на конкретные производства, а именно выращивание кормовых, зерновых и плодовоовощных культур; выращивание крупного рогатого скота, свиней, птицы; получение молока, мяса, яиц; переработка и хранение мясомолочной, плодовоовощной и другой продукции; хранение и ремонт тракторов и сельскохозяйственных машин; строительство предприятий и других объектов АПК.

Рассмотрение различных производственных технологий АПК позволяет установить уровень механизированных и автоматизированных процессов, а также конкретные участки, где в первую очередь следует использовать, робототехнические средства. Сейчас в АПК полностью автоматизированных технологических процессов, можно сказать, единицы.

Несмотря на трудности, сдерживающие применение комплексной автоматизации производственных процессов, участие человека практически исключено при выращивании овощей в закрытом грунте, в птичниках, свинарниках, инкубаторах, при дойке коров, разливе молока, и других изделий, на отдельных участках ремонта техники, при хранении продукции.

Можно выделить три основных направления использования роботизированных технологий и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве:

- системы мониторинга параметров аграрного сектора;

- системы искусственного интеллекта по передаче, хранению и анализу данных;
- роботизированные системы по реализации управленческих решений.

Фермерам, агрономам, консультантам необходимо своевременно мониторить состояние полей и процессов, происходящих на них, для качественной обработки полученных данных, на основе которых они должны принимать дальнейшие решения по методам, наиболее подходящим для ухода за сельскохозяйственными угодьями.

Искусственный интеллект в сельском хозяйстве можно использовать в следующих процессах:

1. Раннее обнаружение вредителей, болезней и сорняков. Сегодня фермеры вручную проверяют каждый участок своего поля, визуально осматривают состояние посевов. Для выявления болезней на ранних стадиях элементарно может не хватать ресурсов и опять. Эту проблему можно решить, используя роботов, оснащенных компьютерным зрением, которые регулярно проводят мониторинг участка. При этом интеллектуальные роботизированные технологии отслеживают состояние растений, могут прогнозировать заболевания, выявлять и удалять сорняки и рекомендовать эффективную обработку вредителей. Собирая данные о росте растений, интеллектуальные роботизированные технологии могут выращивать культуры, которые менее подвержены болезням и лучше адаптированы к погодным условиям. Также системы искусственного интеллекта могут проводить химический анализ почвы и давать точные оценки недостающих питательных веществ.

2. Точное земледелие. Аграрии вносят удобрения и осуществляют полив сплошным ковром, хотя участки одного поля могут иметь разные условия, рельеф, состав грунта. То есть где-то будет дефицит ресурсов, в где-то переизбыток. Интеллектуальные роботизированные технологии с помощью датчиков, объединенных в сеть интернета вещей (IoT), отслеживают основные показатели: влажность почвы, температура,

освещенность участка, необходимые для оптимального ведения хозяйства. Алгоритм выдает рекомендации для каждого квадратного метра поля, что дает возможность определить оптимальный режим орошения и времени внесения питательных веществ.

3. Расчет урожайности. Интеллектуальные роботизированные технологии могут решить проблему прогнозирования урожайности и предсказывать результат выращивания зерна, овощей или фруктов. Данные, собранные с помощью сенсоров или дронов, анализируются алгоритмами с машинным обучением, которые оперируют в том числе историческими данными об изменении климата, создаются карты полей, выявляются паттерны. В итоге фермер может рассчитать урожайность с каждого участка и даже изменение цены на свою продукцию, оптимизировать расход ресурсов. Также эти технологии могут проанализировать рыночный спрос, прогнозировать цены и определять оптимальное время для посева и сбора урожая. Тем самым упрощается выбор культур и помощь фермерам по определению наиболее прибыльной продукции. Фермеры смогут прогнозировать данные для уменьшения количества ошибок и минимизации рисков.

На рисунке 3.1 приведена схема использования интеллектуальных роботизированных технологий в цикле управления сельскохозяйственными процессами.

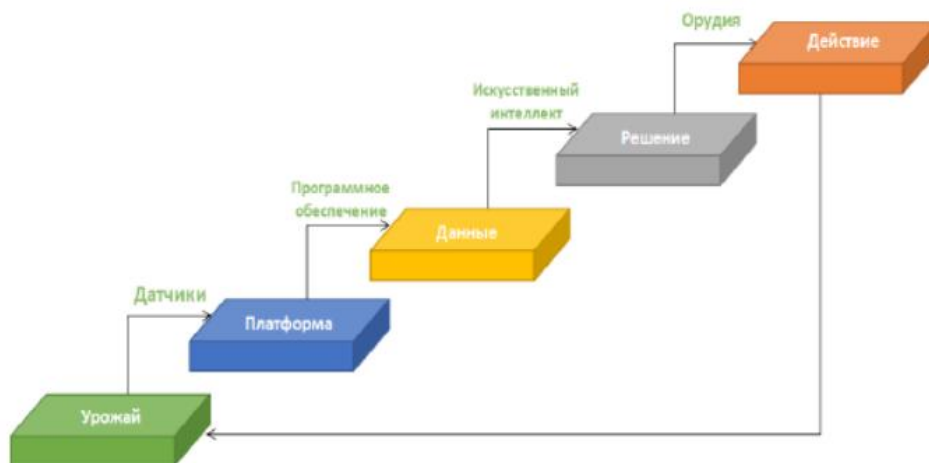


Рисунок 3.1 – ИИ в процессе управления сельскохозяйственной информацией

Сдерживающая причина широкого внедрения автоматизированных систем с роботами – неподготовленность производства и технологий, основанных на использовании ручного труда, кроме того, полностью отсутствует серийный выпуск и продажа робототехнических средств, некоторых, видов регистрирующей аппаратуры, приборов, датчиков, исполнительных механизмов микропроцессорной техники.

В настоящее время каждое ведомство продолжает выпускать или наращивать производство робототехнических средств, предназначенных только для своей отрасли, что сдерживает их широкое освоение.

Успешные научные разработки по использованию роботов в АПК возможны в том случае, когда ученые и специалисты научных и учебных учреждений будут работать в тесном контакте с машиностроительными и приборными предприятиями [12].

3.2.1 Беспилотная сельскохозяйственная техника

Благодаря беспилотному транспорту и системам компьютерного зрения фермерские хозяйства России смогут значительно повысить свою рентабельность, ведь сейчас дорогостоящая техника используется неэффективно. Например, комбайн работает в среднем шесть часов в день, а в остальное время простаивает. Беспилотные тракторы и комбайны будут трудиться в полях и днём и ночью, 24 часа в сутки. Им не помешают условия плохой видимости, не смутит дождь или туман, и даже в кромешной тьме беспилотный трактор способен так же эффективно косить траву или собирать картошку, как днём.

Беспилотную сельхозтехнику в России будет продвигать новый агрохолдинг, который создаёт компания Cognitive Technologies с производителем агротехники «Ростсельмаш» и агрохолдингом «Союз-Агро» на базе особой экономической зоны «Иннополис».

В полной темноте для беспилотных систем можно использовать камеры ночного видения, но более эффективным является использование лидаров в совокупности с заранее размеченной картой территории, которая занесена в навигационный компьютер трактора. Недавно проводились испытания беспилотной автомобильной системы транспортного средства в полной темноте – и определилось, что лидар с навигатором управляют машиной в темноте гораздо безопаснее, чем водитель-человек.

Российский трактор пока не планируют оснащать лидаром, потому что это существенно увеличит его стоимость. В данный момент, по оценкам разработчиков, стоимость программно-аппаратного комплекса беспилотного зрения составляет не более 15% от стоимости трактора. Для российских колхозов и фермерских хозяйств это вполне приемлемая наценка. Если же поставить на трактор полноценный лидар, то стоимость техники существенно возрастёт.

На российские тракторы будут устанавливать программно-аппаратные комплексы компьютерного зрения, включающие в себя стереопару – систему из двух видеокамер, которые снимают видео с разрешением Full HD, то есть 1920*1080 пикселей.

Кроме видеокамер, в комплектацию российского беспилотного трактора входят навигационный и инерционный датчики ГЛОНАСС и GPS и вычислительный блок (компьютер).

Составление цифровой карты поля и нанесение на неё окружающих объектов (столбы, камни и другие артефакты) производится во время выполнения предпосевных операций, таких как внесение удобрений и боронование. Операция проходит весной, когда посевные площади не засеяны, так что все артефакты хорошо засекаются системой компьютерного зрения. По этим цифровым картам трактор будет ориентироваться летом и осенью, во время сбора урожая. Он будет стараться объезжать объекты, которые не удалось убрать с поля весной.

Разработчики уверены, что сенсоры транспортного средства и система компьютерного зрения смогут детектировать даже такие препятствия, которых нет на карте. Заявлено, что система распознаёт объекты размером от 10-15 см на расстоянии до 15-20 м. Всё остальное не представляет опасности, если на тракторе установлен камнеуловитель [13]. На рисунке 3.2 представлено испытание трактора с системой компьютерного зрения Cognitive Technologies.



Рисунок 3.2 – Трактор с системой компьютерного зрения Cognitive Technologies

Возможности беспилотного трактора:

- может предопределять ширину колеи дороги и границы поля;
- точно планирует количество удобрения или семян при посеве;
- самостоятельно выбирает направление перемещения;
- автоматически направляется в гараж после выполнения задачи;
- распознает препятствия, оповещает о них оператора или самостоятельно находит дорогу, чтобы объехать препятствия.

3.2.2 Беспилотные летательные аппараты

Сфера разработки дронов одна из наиболее интенсивно развивающихся. Такое положение вещей вызвано множеством факторов, но ключевым здесь является то, что дроны позволяют существенно снизить операционные затраты. Большие территории и необходимость выполнять множество рутинных технологических операций делают дроны идеальными помощниками.

Дроны в сельском хозяйстве России – одно из самых перспективных направлений, на которое активно растет спрос. В интересах точного земледелия постоянно создаются и совершенствуются как аппараты, так и ПО, позволяющее в сжатые сроки собирать и обрабатывать полученные данные.

Для наблюдения за полями используют два вида БПЛА, отличающиеся своей конструкцией и летными характеристиками:

- самолетного типа или летающее крыло – наиболее удобный вариант для облета больших территорий, характеризующийся высокими аэродинамическими показателями. БПЛА этого типа лучше всего подходит для мониторинга протяженных объектов или съемки в условиях значительного удаления. Но, из-за особенностей конструкции беспилотник должен постоянно двигаться и поэтому не может работать в режиме зависания над объектом, а также осуществлять съемку на ограниченных территориях (рисунок 3.3);

- коптерные беспилотники или дроны – могут оснащаться различным количеством винтов, что позволяет отлично справляться с точечной съемкой в одном месте для обследования небольшого земельного участка, трехмерного моделирования, опыскивания. Квадрокоптеры отличаются простой конструкцией, стабильностью полета и надежностью. К недостаткам БПЛА этого вида можно отнести небольшую скорость и ограниченное время

полета из-за чего радиус действия меньше, чем у самолетных дронов (рисунок 3.4).



Рисунок 3.3 – Дроны самолетного типа или летающее крыло



Рисунок 3.4 – Коптерные беспилотники или дроны

Технологично оснащенные беспилотники в сельском хозяйстве способны выполнять разнообразные операции:

- аэрофотосъемку – необходимую для выявления проплешин, гибели урожая после воздействия природных факторов и других дефектов, нуждающихся в своевременном устранении. Аэрофотосъемка с дрона более детальная, чем съемка со спутника, за счет небольшой высоты полета. Кроме того, беспилотные системы позволяют снимать даже в условиях порывистого ветра и облачности;
- видеосъемку – производительность летательного аппарата при видеосъемке достигает 30 км² за 1 час, что существенно снижает временные и финансовые затраты по сравнению с использованием наземных видов обследования или пилотируемой авиации;
- 3D моделирование – позволяет определять переувлажненные или засушливые территории, выемку грунта, грамотно создавать планы и карты увлажнения или осушения почвы, рекультивации участков или мелиорации земель;
- тепловизионную съемку – осуществляется с применением всего спектра инфракрасного излучения: ближнего, среднего и дальнего диапазона. Исследование с БПЛА дает возможность определить сроки дифференцирования точек роста, что напрямую влияет на урожайность и сохранение продуктивных свойств растений с сохранением наследственных возможностей сорта;
- лазерное сканирование – применяется для анализа местности на труднодоступных или недоступных территориях. Данный метод обеспечивает получение точной модели высокой плотности с детальным отображением рельефа даже при работе в условиях сильной загущенности насаждений;
- опрыскивание – благодаря возможности дооснащения, дроны используют для точечного опрыскивания растений и плодовых деревьев.

Такой подход позволил фермерам обрабатывать только больные растения, исключая попадание химикатов на остальной урожай.

- Современные беспилотные системы решают следующие задачи:
- оценка качества посевов и выявление факта повреждения или гибели культур;
- определение точной площади погибших культур;
- аудит и инвентаризация земель, необходимые для совершения сделок;
- определение дефектов посева и проблемных участков;
- анализ эффективности мероприятий, направленных на защиту растений;
- мониторинг соответствия структуры и планов севооборота;
- выявление отклонений и нарушений, допущенных в процессе агротехнических работ;
- анализ рельефа и создание карты вегетационных индексов PVI, NDVI;
- сбор информации для службы безопасности, в том числе с выявлением факта незаконного выпаса скота на полях;
- сопровождение строительства систем мелиорации;
- мониторинг хранения корнеплодов в кагатах;
- внесение трихограммы;
- создание карт для дифференцированного удобрения и опрыскивания полей.

Активный интерес к применению БЛПА вызван рядом выраженных преимуществ технологии:

- высокая скорость исследований и экономия время фермеров. За 1 день съемки можно обследовать территории площадью до 5 тыс. га;
- максимальная точность результата;
- возможность визуального анализа информации в режиме реального времени;
- возможность своевременно оценки качества выполненных в поле работ;

- детальный контроль каждого участка на всех этапах сельскохозяйственных работ.

Применение беспилотников помогает не только провести детальный анализ условий, влияющих на качество растительности, но и оптимизировать производство для получения максимально эффективного результата с рациональным использованием ресурсов. Регулярная съемка позволяет вносить данные в технические документы с учетом привязки к определенному времени для оценки последствий воздействия неблагоприятных условий.

Кроме преимуществ, работа с дронами и БВС самолетного типа имеет ряд недостатков, среди которых:

- необходимость получения специального разрешения на полеты;
- зависимость точности съемки от навыков оператора и программного обеспечения;
- ограниченная дальность действия из-за невысоких возможностей аккумуляторов.

Сегодня, дроны и БВС самолетного типа доступны не только крупным агрохолдингам и комплексам. Благодаря умеренной стоимости и распространенности обучающих курсов по управлению аппаратами, съемку БЛА могут себе позволить средние и даже мелкие фермерские хозяйства.

Кроме того, совершенно не обязательно приобретать беспилотник. Его можно арендовать или заказать услугу с применением беспилотников у профессионалов [14].

3.2.3 Перспективы использования робототехники в сельском хозяйстве

Сегодня большинство сельскохозяйственных процессов выполняется вручную. Применение интеллектуальных роботизированных технологий может облегчить выполнение самых сложных и рутинных задач, в том числе по сбору, сохранению и обработке больших объемов данных на цифровых

платформах, предложить оптимальные действия и даже инициировать эти действия в сочетании с роботизированными технологиями.

Все это приведет к разработке интеллектуальных роботизированных технологий и аналитических систем, которые при загрузке данных о конкретном поле (координаты, площадь, тип культур, прошлая урожайность) смогут предоставлять точные рекомендации и последовательность действий с учетом анализа многих исторических и текущих факторов как на данном участке, так и во внешнем окружении, комбинируя данные с датчиков, дронов, спутника, других внешних приложений. Интеллектуальные роботизированные технологии помогут определить лучшее время для посадки семян, удобрения, увлажнения или сбора урожая, просчитать время погрузки и доставки груза до покупателя; будут следить за температурой в зоне хранения и транспортировки, чтобы избежать порчи и доставить свежую продукцию; прогнозировать урожай и доход и давать советы по улучшению обработки растений в сравнении с прошлыми показателями.

Эффект использования робототехники в сельском хозяйстве – это результат применения роботизированных интеллектуальных технологий при производстве сельскохозяйственной продукции, выражающийся в приросте производства продукции, повышении ее качества, снижении потребности в трудовых ресурсах, уменьшении вредного воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционной технологией производства и т.д. При этом эффективность использования робототехники в сельском хозяйстве можно определить как соотношение полученных от использования эффектов и затрат на внедрение, включающих приобретение, монтаж, обслуживание робототехники и ее модернизацию.

Современные реалии развития сельскохозяйственной отрасли показывают, что внедрение новых роботизированных технологий позволяет снижать данные факторы и выводить на внешний рынок некоторые виды продукции (яблоки, томаты и т.д.).

Можно смело говорить о том, что сельское хозяйство является перспективной отраслью для автоматизации и роботизации. Новые цифровые интеллектуальные технологии будут вытеснять низкоквалифицированный ручной труд. Об этом свидетельствуют уже внедренные ранее технологии, такие как роботизированные доильные фермы и дроны, где участие человека практически сведено к минимуму.

Экспертами прогнозируется, что в ближайшем будущем внедрение новых высокоинтенсивных технологий позволит увеличить продуктивность растениеводства и животноводства в 2,53 раза и сократить трудозатраты в 1,5-2 раза и более.

Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве открывает огромные возможности. ИИ приводит к повышению производственных показателей, снижению расходов, повышению эффективности процессов принятия управленческих решений, оптимизации бизнес-процессов и сокращению рутинных операций, выполняемых фермерами.

Внедрение высоких технологий облегчит жизнь фермеру в оптимизации затрат, в управленческих решениях, а также в повышении урожайности и эффективности. Эти факторы помогут фермеру повысить доходность от своей деятельности.

Новые технологии обычно вызывают риски, такие как недоверие фермеров к работоспособности технологии, утечка информации к конкурентам и т.д. Поэтому фермеров надо готовить к новшествам.

Многие робототехнические устройства разрабатываются сейчас под существующую инфраструктуру сельского хозяйства, но со временем необходимо готовить цифровую среду на полях для внедрения цифровых роботизированных технологий [15].

4. Оценка эффективности использования цифровых технологий в АПК

Внедрение цифровых технологий в агропромышленный комплекс (АПК) является актуальной задачей, направленной на увеличение производительности и повышение качества производства. Оценка эффективности использования цифровых технологий в АПК является необходимым этапом при принятии решения о внедрении новых технологий и обосновании затрат на их внедрение.

Для оценки эффективности использования цифровых технологий в АПК можно применять различные методы, такие как балансовый метод, метод экономической эффективности и метод затратно-эффективного анализа.

Оценка эффективности использования цифровых технологий в АПК должна учитывать не только финансовые показатели, но и такие аспекты, как повышение производительности труда, снижение затрат на энергию и ресурсы, уменьшение вредного воздействия на окружающую среду, увеличение производительности и качества продукции. Для более полной и точной оценки эффективности использования цифровых технологий в АПК могут быть использованы современные информационные технологии, такие как системы управления знаниями, искусственный интеллект, большие данные и другие.

Таким образом, оценка эффективности использования цифровых технологий в АПК является важным этапом в процессе внедрения современных технологий в сельском хозяйстве. Применение различных методов анализа и использование современных информационных технологий позволят получить более точную и полную картину оценки эффективности использования цифровых технологий в АПК и принять обоснованные решения по их внедрению.

4.1 Методы оценки эффективности внедрения цифровых технологий

Существует несколько подходов к определению эффективности:

1. Эффективность, определяемая как соотношение достигнутого эффекта и понесенных затрат. При данном подходе эффективность измеряется по тому, сколько достигается эффекта на единицу затрат, и оптимальным является положительный эффект.

2. Эффективность, определяемая как степень достижения поставленных целей и результативность деятельности.

3. Эффективность, определяемая как мера реализации потенциала в макросреде, где для увеличения результата необходимо максимизировать использование ресурсов микросреды и оценить систему в целом.

При оценке инновационной деятельности эффективность преимущественно измеряется как соотношение полученных результатов и затрат на реализацию инновационных мероприятий. Однако основной проблемой при оценке экономической эффективности инновационной деятельности является оптимальное распределение ограниченных ресурсов между производственными и хозяйственными процессами предприятия в условиях неопределенности. Современные методы оценки должны учитывать возможность корректировки управленческих решений в зависимости от изменения уровня риска при реализации инновационных процессов.

Методы оценки эффективности внедрения цифровых технологий могут включать следующие показатели KPI:

Уровень автоматизации бизнес-процессов: этот показатель измеряет долю бизнес-процессов, которые были автоматизированы с использованием цифровых технологий. Это может включать, например, автоматизацию задач, роботизацию процессов, автоматизацию управления данными и другие инструменты эффективного использования информационных технологий.

Улучшение времени реакции на запросы клиентов: данный показатель измеряет, насколько быстро и эффективно компания отвечает на запросы и потребности клиентов с использованием цифровых технологий. Может быть

измерен, например, средний срок ответа на электронную почту, время ожидания на горячей линии или среднее время обработки заказа.

Сокращение издержек: этот показатель измеряет, насколько внедрение цифровых технологий способствует снижению расходов и издержек для компании. Это может включать сокращение затрат на обслуживание клиентов, снижение количества ошибок и дублирующихся операций, оптимизацию расходов на производство и транспортировку и т.д.

Повышение продуктивности: данный показатель оценивает, насколько цифровые технологии способствуют увеличению производительности и эффективности работы. Это может включать увеличение объема производства, сокращение времени выполнения задач, повышение эффективности использования ресурсов и пр.

Для каждой организации и конкретного вида деятельности могут быть определены свои уникальные KPI, которые должны быть ясно сформулированы, измеримы и достижимы. Кроме того, они должны быть связаны с общими целями и стратегией компании, чтобы обеспечить эффективное измерение и улучшение результатов в рамках внедрения цифровых технологий.

Метод ключевые показатели эффективности (KPI) представляют собой конкретные метрики или показатели, которые измеряются и анализируются с целью оценки достижения поставленных целей организации. В контексте внедрения цифровых технологий, KPI используются для измерения и оценки эффективности применения цифровых решений и их влияния на бизнес-процессы и результаты.

Существует несколько методов оценки эффективности внедрения цифровых технологий в различные отрасли экономики, включая производственное производство, медицину, образование, финансы, маркетинг и другие. Наиболее распространенные методы оценки эффективности внедрения цифровых технологий:

Метод экономической эффективности — это комплексный анализ финансовых показателей и результатов внедрения цифровых технологий в бизнес-процессы, с целью оценки экономической целесообразности такого внедрения. Этот метод позволяет определить степень окупаемости затрат на внедрение цифровых технологий и сравнить их с другими вариантами использования ресурсов.

Шаги метода экономической эффективности при внедрении цифровых технологий:

- Определение сметной стоимости проекта внедрения цифровых технологий, включая затраты на приобретение необходимого оборудования, лицензии, разработку и адаптацию программного обеспечения, обучение персонала и другие затраты.
- Выявление ожидаемых экономических выгод, которые должны быть достигнуты в результате внедрения цифровых технологий, например, увеличение производительности, снижение нагрузки на персонал, сокращение затрат на материалы и прочее. Эти выгоды могут быть указаны в денежном эквиваленте.
- Оценка периода окупаемости инвестиций, который определяется как отношение сметной стоимости проекта к совокупной экономической выгоде.
- Сравнение результатов с другими вариантами использования ресурсов, чтобы определить, насколько выгодно внедрение цифровых технологий сравнительно с альтернативными вариантами.

Для успешного применения метода экономической эффективности нужно также учитывать риски проекта внедрения цифровых технологий, такие как непредвиденные расходы, несоответствие технологий задачам бизнеса, неспособность кадров надежно воплотить в жизнь план и другие факторы, которые могут повлиять на реальные показатели достижения экономической выгоды.

Метод балансового подхода — это метод оценки эффективности внедрения цифровых технологий в организации, основанный на сравнении фактических результатов и затрат на внедрение технологии с инвестициями.

Основная задача метода балансового подхода - определить, достаточно ли цифровая технология эффективна или она требует дополнительных затрат или корректировок. Баланс между затратами и результатами цифровой технологии помогает определить эффективность реализации цифровых решений.

Процесс оценки эффективности включает несколько основных этапов:

- Определение потенциальных выгод от внедрения цифровой технологии. Оценка конкретных задач, реализации которых можно достичь с помощью технологии. Определение конечных результатов, которые должен принести результат внедрения: увеличение производительности, сокращение затрат, улучшение качества продукции, повышение уровня обслуживания клиентов, снижение рисков и т.д.
- Оценка затрат на внедрение цифровой технологии. Оценка затрат на разработку, приобретение и внедрение цифровых решений, а также необходимых технических ресурсов, обучения персонала и т.д.
- Сравнение затрат и выгод. Анализ затрат и выгод должен быть проведен на более чем одном временном промежутке. Часто бывает, что в первый год внедрения технология приводит к увеличению затрат, но затем они окупятся и в будущем принесут прибыль.
- Определение рисков. Оценка возможности возникновения рисков в процессе внедрения технологии и их воздействия на результат внедрения.
- Анализ альтернативных вариантов. Оценка ожидаемой эффективности цифровой технологии по сравнению с альтернативными вариантами решения задач.

В результате такой оценки может быть принято решение о практической целесообразности внедрения цифровых технологий в организации, с учетом существующих рисков и ожидаемых результатов.

Для оценки эффективности внедрения цифровых технологий в организации можно использовать метод ROI (Return on Investment, возврат инвестиций). Этот метод позволяет сравнить фактические результаты и затраты на внедрение технологии с инвестициями. [16]

Для расчета ROI необходимо определить следующие значения:

Прибыль от внедрения технологии — это дополнительная прибыль, которую можно непосредственно привести в прямую связь с использованием цифровых технологий. Это может быть, например, увеличение продаж, сокращение затрат на процессы и т.д.

Затраты на внедрение технологии — это сумма затрат, связанных с приобретением и внедрением цифровой технологии. Сюда могут входить стоимость программного обеспечения, обновление оборудования, обучение сотрудников и прочие связанные расходы.

Расчет ROI проводится по следующей формуле:

$$\text{ROI} = (\text{Прибыль} - \text{Затраты}) / \text{Затраты} * 100$$

Полученное значение ROI показывает процентную прибыль, полученную от инвестиций в цифровые технологии. Если ROI положительный, то внедрение технологии считается эффективным, так как заработанная прибыль превышает затраты. Если ROI отрицательный, то внедрение технологии считается неэффективным.

Метод ROI можно использовать для сравнения различных технологических решений или для оценки эффективности отдельных проектов внедрения цифровых технологий в организации. Однако следует учитывать, что ROI не является единственным критерием оценки эффективности внедрения технологий и может быть в дополнение к другим показателям, таким как срок окупаемости проекта, уровень удовлетворенности клиентов и сотрудников, повышение производительности и т.д.

Метод дифференциального анализа (англ. Differential Analysis) является одним из инструментов для оценки эффективности изменений в

бизнес-процессах. Он используется для определения разницы в производительности между тем, что было ранее и после внедрения цифровых технологий.

Общая идея метода дифференциального анализа заключается в следующем: сравнить производительность бизнес-процесса до и после внедрения новых технологий. Для этого аналитики собирают данные о различных параметрах производственной деятельности, таких как количество произведенной продукции, затраты на производство, время выполнения работы, качество продукта и т.д.

Затем аналитики сравнивают эти показатели до и после внедрения новой технологии и вычисляют прирост производительности, сокращение затрат на производство, время выполнения работы и т.д. Это позволяет оценить эффективность внедрения новых технологий и принять решение о целесообразности их использования.

Для успешного проведения метода дифференциального анализа необходим сбор данных до и после внедрения изменений в бизнес-процесс. Также важно учитывать факторы, которые могут повлиять на результаты анализа, такие как изменения в маркетинговой стратегии или условиях конкуренции.

Таким образом, метод дифференциального анализа позволяет компаниям оценить эффективность своей деятельности и принять решения о внедрении новых технологий для улучшения своей позиции на рынке.

Метод сравнительного анализа является одним из методов оценки эффективности внедрения технологии, который позволяет сравнить результаты между несколькими организациями.

Основная цель этого метода - определить, насколько успешно применение технологии прошло в разных организациях, собрав информацию о производительности, прибыли, удовлетворенности клиентов и т.д. Эта информация используется для сравнения результатов и выявления возможных причин различий между ними.

Для проведения сравнительного анализа нескольких организаций применяется несколько этапов:

- Определение критериев сравнения - необходимо определить, какие аспекты деятельности организаций будут сравниваться. Например, это может быть количество продукции, производительность труда, удовлетворенность клиентов и т.п.
- Сбор данных - информация собирается из организаций, которые ранее использовали технологию. Такие данные могут быть получены путем интервьюирования представителей каждой организации, а также из отчетов о производстве, финансах и других параметрах организаций.
- Анализ данных - данные о производительности, прибыли, удовлетворенности клиентов и т.д. анализируются и сравниваются между организациями. Выявляются различия и определяются факторы, которые могут повлиять на результаты.
- Обсуждение результатов - результаты сравнительного анализа обсуждаются с представителями каждой организации, чтобы определить причины различий в их результативности. Это позволяет оценить эффективность внедрения технологии и выявить причины успеха или неудачи ее применения.

Метод сравнительного анализа может помочь определить, примет ли организация технологию и какие меры необходимо принять, чтобы продемонстрировать ее положительный эффект.

Метод затратно-эффективного анализа (Cost-Effective Analysis) — это методология, которая используется для оценки затрат на внедрение новых технологий и их экономической эффективности. На этапе анализа изучаются затраты на разработку, установку, тестирование и внедрение технологии. Затем сравниваются с экономической выгодой, получаемой от новой технологии.

В основе метода лежит понятие "инкрементальной стоимости" (incremental cost). Это разница между затратами на новую технологию и

затратами на альтернативу – технологию, которую планируется заменить. Оценка экономической эффективности проводится путем определения "инкрементального коэффициента полезности" (incremental cost-effectiveness ratio, ICER). ICER вычисляется как отношение инкрементальной стоимости к инкрементальному выигрышу от использования новой технологии.

Одним из примеров применения СЕА является сравнение стоимости лекарственного препарата с его эффективностью. В этом случае инкрементальная стоимость – разница между стоимостью нового лекарства и его низкой эффективностью по сравнению с альтернативными лекарствами. Инкрементальный коэффициент полезности вычисляется как отношение инкрементальной стоимости к полученному при этом улучшению в здоровье пациента.

Метод затратно-эффективного анализа используется для обоснования решений в области здравоохранения, экологии, транспорта, энергетики и других отраслях. СЕА помогает оценить экономическую эффективность и затраты на внедрение технологий и принимать обоснованные решения в условиях ограниченного бюджета.

Анализ бизнес-процессов является одним из дополнительных методов оценки эффективности внедрения цифровых технологий. Цифровые технологии предоставляют возможности для изменения и оптимизации бизнес-процессов, что может привести к значительным улучшениям в работе организации.

При использовании цифровых технологий возможно автоматизировать определенные аспекты бизнес-процессов, что позволяет сократить ручной труд, повысить точность и улучшить скорость выполнения задач. Например, автоматизация рутинных задач может освободить сотрудников от ненужной работы и позволить им сконцентрироваться на более сложных и значимых задачах.

Оптимизация бизнес-процессов с использованием цифровых технологий также может привести к улучшению производительности и

снижению издержек. Цифровые инструменты могут помочь в идентификации и устранении узких мест в процессах, оптимизации потоков работы и сокращении времени выполнения задач. Например, внедрение систем управления проектами или систем электронного документооборота позволяет упростить и ускорить процессы согласования и обработки документов.

Анализ бизнес-процессов позволяет выявить, где именно цифровые технологии могут принести наибольшую пользу. Путем анализа текущих процессов и их проблемных моментов можно определить области, где автоматизация, оптимизация или другие формы цифровой трансформации могут привести к максимальным выгодам. Например, выявление частых ошибок, задержек или избыточных операций может указать на необходимость внедрения цифровых инструментов для устранения этих проблем.

Оценка эффективности внедрения цифровых технологий с помощью анализа бизнес-процессов помогает определить потенциальную выгоду и выработать планы и рекомендации по оптимальному использованию технологий. Результаты анализа могут использоваться для определения конкретных Целей Цифровой Трансформации бизнеса (Digital Transformation Goals) и разработки стратегий внедрения, а также для оценки возвращаемости инвестиций в цифровые технологии.

В целом, анализ бизнес-процессов как метод оценки эффективности внедрения цифровых технологий позволяет понять, какие процессы нуждаются в дальнейшей оптимизации и какие конкретные цифровые инструменты и технологии могут быть применены для достижения поставленных целей.

Организация объединенных наций (ООН) использует набор показателей, чтобы оценить возможности государственных национальных структур в использовании информационно-коммуникационных технологий. Эти показатели включают следующие:

Индекс развития электронного правительства: Этот показатель оценивает степень, в которой государственные организации используют цифровые технологии для улучшения доступности и качества предоставляемых государственных услуг. Чем выше индекс, тем более развито электронное правительство в данной стране.

Индекс цифровизации: Этот показатель оценивает уровень цифровизации общества в стране. Он учитывает доступность и использование информационно-коммуникационных технологий гражданами, предприятиями и государственными структурами.

Интенсивность использования цифровых технологий в органах государственной власти и местного самоуправления: Этот показатель отражает степень использования цифровых инструментов в работе органов государственной власти и местного самоуправления. Он может включать в себя применение электронных систем управления, электронных баз данных и других цифровых инструментов, которые повышают эффективность бюрократических процедур и качество предоставляемых услуг.

Для рейтинговой оценки готовности государственных организаций в использовании информационных и коммуникационных технологий также могут использоваться и другие показатели, которые могут быть специфичны для определенных стран или регионов.

Основная цель оценки состоит в определении уровня готовности и эффективности использования информационных и коммуникационных технологий в государственных организациях. Она учитывает распространение и использование цифровых инструментов для улучшения качества предоставляемых услуг, упрощения административных процедур и повышения доступности информации для граждан. Оценка позволяет выявить прогресс и проблемные области в развитии и использовании информационных и коммуникационных технологий для общественных нужд.[17]

В результате оценки будут определены потенциальные преимущества и возможные риски, связанные с реализацией проекта. Эти оценки будут использоваться при принятии окончательного решения о внедрении цифровых технологий в организации, которое будет основываться на знаниях о возможных рисках и ожидаемых результатах.

4.2 Проведение оценки эффективности внедрения цифровых технологий в растениеводстве.

Внедрение цифровых технологий в растениеводство может принести значительную выгоду, но эффективность такого внедрения необходимо оценить более тщательно. Для этого нужно провести исследования, оценить воздействие технологий на урожайность, качество продукции и уровень затрат.

Важно учитывать, что внедрение цифровых технологий может повлиять на многие аспекты производства, такие как использование удобрений, орошение, обработку полей и другие. Это может привести к оптимизации этих процессов, улучшению урожайности и качества продукции. Например, с использованием специализированных датчиков и систем мониторинга можно более точно контролировать уровень увлажнения почвы и оптимизировать орошение, что приведет к экономии воды и улучшению урожайности. [18]

Кроме того, цифровые технологии позволяют автоматизировать рутинные задачи, что значительно сокращает время и трудозатраты. С использованием специальных программ и робототехники можно осуществлять автоматическую обработку полей, посев и сбор урожая. Это приводит к повышению эффективности производства и снижению затрат на рабочую силу.

Однако при внедрении цифровых технологий необходимо учитывать возможные затраты на приобретение, установку и обслуживание цифрового оборудования, а также обучение персонала. Возможно, потребуется создание

специализированной инфраструктуры, такой как сети связи и системы хранения данных. Все эти факторы следует учесть при оценке преимуществ и выгод от внедрения цифровых технологий в растениеводство.

В целом, цифровые технологии предоставляют широкий спектр возможностей для оптимизации процессов в растениеводстве и повышения его эффективности. Однако перед их внедрением необходимо провести тщательное исследование и оценку, чтобы выявить потенциальные преимущества и учесть все соответствующие аспекты.

Первый шаг в проведении оценки производства — это анализ текущих методов производства и оценка их эффективности. Для этого проводится исследование производственных процессов, включая процессы сборки, конфигурирования, тестирования, упаковки, доставки и т.д. Затем проводится сравнительный анализ с конкурентами и промышленными стандартами.

Далее, проводится оценка преимуществ, которые могут предоставить использование новых цифровых технологий, таких как машинное обучение, искусственный интеллект, интернет вещей и т.д. Основные преимущества могут быть связаны со значительным снижением затрат на ресурсы и увеличением производительности. Цифровые технологии могут помочь в автоматизации и оптимизации процессов производства, уменьшении времени производства, более эффективном управлении, дополнительном контроле качества и т.д.

После определения потенциальных преимуществ от использования цифровых технологий, проводится анализ доступных цифровых решений и их применимость к конкретным условиям АПК. Этот шаг включает оценку стоимости, производительности, интеграции и применения цифровых решений в существующих производственных процессах. Он также включает в себя оценку того, как цифровые решения могут помочь улучшить производственные процессы и дополнительно снизить затраты на ресурсы.

Далее необходимо приступить к их пилотному внедрению. В рамках этого процесса следует тщательно протестировать функциональность всех выбранных технологий на небольшом участке производства, чтобы оценить их эффективность и определить, каким образом они могут быть применены на более широком уровне.

Перед проведением пилотного внедрения цифровых технологий необходимо разработать конкретный план действий, который включает в себя описание процесса внедрения, перечень необходимых ресурсов, временной график и критерии оценки эффективности. Это позволит привести все работы по внедрению в растениеводство в порядок и понять, какие именно задачи надо решить.

После проведения пилотного внедрения цифровых технологий на небольшом участке производства необходимо провести сравнение показателей эффективности производства до внедрения и после него. Для этого следует определить наиболее важные параметры эффективности, например, урожайность, качество продукции, снижение потерь, экономия времени и денег, и замерить их значения. По результатам сравнения можно оценить эффективность внедрения цифровых технологий в растениеводство и принять решение о возможности распространения новых методов на более широкую территорию.

Сбор и анализ данных об удовлетворенности потребителей выпускаемой продукцией также очень важен. Это может осуществляться путем проведения опросов, фокус-групп или анализа отзывов в социальных сетях и других площадках.

Результаты оценки качества продукции и удовлетворенности потребителей могут стать основой для корректировки стратегии внедрения цифровых технологий в растениеводство и определения наиболее эффективных направлений развития. Например, если результаты оценки показывают, что потребители не удовлетворены новыми технологиями, необходимо пересмотреть стратегию и определить, какие технологии

необходимо улучшить или заменить. Если результаты положительны, то необходимо продолжить работу в выбранном направлении и дальше улучшать и совершенствовать цифровые технологии.

Внедрение цифровых технологий в растениеводство является важным прорывом в данной отрасли, поскольку позволяет повышать эффективность производства, улучшать качество продукции и конкурировать на мировом рынке. При этом, проведение оценки эффективности внедрения цифровых технологий является ключевым этапом в процессе их внедрения. Кроме того, оценка эффективности внедрения цифровых технологий может быть полезной в дальнейшем для мониторинга и улучшения производительности и конкурентоспособности на рынке.

Список литературы

1. Афанасьев, А. М. Цифровизация сельскохозяйственного производства: состояние и перспективы / А. М. Афанасьев, А. В. Пономарев, А. Ф. Шишкин // Экономика сельского хозяйства России. — 2018. — № 5.
2. Вартанова, М. Л. Цифровизация как основной вектор развития сельского хозяйства в условиях глобализации / М. Л. Вартанова, Ю. А. Соколова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. — 2020. — № 28.
3. Терещенков, М. А. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве / М. А. Терещенков // Стратегии устойчивого развития: социальные, экономические и юридические аспекты : материалы III Всерос. науч.-практ. конф. — Чебоксары, 2024. — С. 188–190.
4. Красовская Л.В., Красовская В.И. Онлайн-курсы в образовательном процессе высшей школы // Университет как фактор модернизации России: история и перспективы (к 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова): материалы Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары, 2022. С. 307-309.
5. Красовская Л.В., Пчелинцева С.В., Ковшова М.В. Использование сверточных нейронных сетей в деятельности сельхозпредприятий // Техника и оборудование для села. 2024. № 7 (325). С. 7-11.
6. Витер, М. Цифровые технологии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL адрес сайта (https://spravochnick.ru/informacionnye_tehnologii/cifrovye_tehnologii/cifrovye_tehnologii_v_selskom_hozyaystve). — Дата обращения: 09.07.2019.
7. СельхозПортал - Текст: электронный - URL: <https://xn--80ajgpcpbhkds4a4g.xn--p1ai/articles/tochnoe-zemledelie/> (дата обращения: 22.09.2023);
8. Польшакова, Н. В. Навигационные системы для сельскохозяйственной техники / Н. В. Польшакова. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2014. - № 4 (63). - С. 432-434. - URL: <https://moluch.ru/archive/63/9831/> (дата обращения: 23.09.2023);

9. Обзор современных телеметрических систем для сельхозтехники [Электронный ресурс] // Федеральный журнал Агробизнес. — 2023. — Режим доступа: <https://agbz.ru/articles/obzor-sovremennyih-telemetriceskih-sistem-dlya-selhoztehniki> (дата обращения: 22.09.2023).
10. Никаноров М.С., Лосев А.Н., Красовская Л.В., Пчелинцева С.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве при опрыскивании полей // Регионы России в меняющемся мире: преобладание приоритетов и новые возможности: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары, 2023. С. 35-40.
11. Геоинформационная система : [сайт]. - Текст : электронный // Википедия. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Геоинформационная_система (дата обращения: 27.09.2023).
12. Международный научно-исследовательский журнал. - Текст: электронный - URL: <https://research-journal.org/archive/3-81-2019-march/ispolzovanie-robototexnicheskix-sredstv-v-apk> (дата обращения 27.09.2023);
13. Беспилотный трактор испытали на полях России. - Текст: электронный // Habr. - URL: <https://habr.com/ru/articles/395169/> (дата общения 27.09.2023);
14. Беспилотники в сельском хозяйстве. - Текст: электронный // ГЕОМИР. - URL: <https://www.geomir.ru/publikatsii/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve/> (дата обращения 27.09.2023);
15. Загазежева О.З., Край К.Ф. Проблемы и перспективы внедрения роботизированных и интеллектуальных технологий в растениеводство // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. №6(104). С. 95-104. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-95-104.
16. Кузнецова И.В. Методики оценки эффективности применения цифровых технологий в системе государственного управления. Новые технологии / New technologies. 2021;17(2):93-100.
17. Балабанов, В. И. Методика оценки эффективности внедрения информационных технологий в сельском хозяйстве / В. И. Балабанов, И. В. Цветков, И. М. Жогин // Никоновские чтения. — 2018. — № 23. — URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-effektivnosti-vnedreniya-informatsionnyh-tehnologiy-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения: 01.01.2024).

18. Кербер, Л. С. Применение показателя ROI при оценке эффективности корпоративных HR-программ / Л. С. Кербер, А. И. Тихонов // Московский экономический журнал. — 2022. — № 12.
19. Velichko M., Satler O., Krasovskaya L., Chernyavskikh S., Gladkikh Yu. Using drone as wifi access point during infrared thermography for subsidiary data acquisition // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2017. Т. 9. № 2S. С. 1279-1289.
20. Красовская Л.В., Пчелинцева С.В., Никаноров М.С., Лосев А.Н. Цифровизация и трансформация современной экономики и бизнеса // Актуальные вопросы права, экономики и управления: сб. материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. Чебоксары, 2024. С. 123-127.
21. Velichko M.A., Satler O.N., Krasovskaya L.V., Bronnikova M.V., Belyaeva I.N., Kostina I.B., Gladkikh Y.P. Calibration of ultrasonic flowmeter on wi-fi network using a web browser // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2018. Т. 10. № 8. С. 1593-1596.
22. Chernyavskikh S.D., Kostina I.B., Gladkikh Y.P., Krasovskaya L.V., Satler O.N., Velichko M.A. Improving educational process quality in the lessons of natural and mathematical cycle by means of stem-training // Cypriot Journal of Educational Sciences. 2018. Т. 13. № 4. С. 501-510.
23. Пчелинцева С.В., Меликов А.В., Худякова Е.В., Егоров И.В., Красовская Л.В. Методы и алгоритмы планирования программных траекторий манипуляторов. Москва, 2024.
24. Системы искусственного интеллекта в мехатронике / А. А. Большаков, М. Б. Бровкова, В. П. Глазков [и др.]. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2014. — 252 с.

- 25.Красовская, Л. В. Цифровая трансформация как фактор развития агропромышленного комплекса / Л. В. Красовская, М. В. Ковшова, С. В. Пчелинцева // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2024. – № 2. – С. 145-154.
- 26.Семенченко, Г. Д. Об использовании графических процессоров для обучения свёрточных нейронных сетей в MATLAB / Г. Д. Семенченко, Я. В. Лючев, С. В. Пчелинцева // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении : сборник научных трудов. – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2025. – С. 106-111.

Учебное издание

Красовская Людмила Владимировна,

Самолетов Роман Валерьевич,

Степанцевич Марина Николаевна,

Пчелинцева Светлана Вячеславоана,

Кукарцев Владислав Викторович

Учебное пособие

Издательство РГАУ-МСХА

127550, Москва, ул. Тимирязева, 44