

Геоинформационные системы в земледелии

Борисов Егор Александрович, преподаватель

Мионов Евгений Иванович, студент

Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова (г. Якутск)

Актуальность исследования обусловлена возрастающей потребностью агропромышленного комплекса в создании и внедрении принципиально новых, инновационных методов управления земельными ресурсами и сельскохозяйственным производством. Проектирование ландшафтных основ в системе земледелия требует учета и анализа многообразных природных и антропогенных факторов. Как правило, это пространственно-распределенные данные, для идентификации и анализа которых целесообразно применять геоинформационные технологии (ГИС). Основопологающая цель представленного исследования заключается в обосновании преимуществ и необходимости использования ГИС-технологий в земледелии. Использованы методы описания, анализа, сравнения и ретроспекции. Ретроспективный анализ, проведенный в статье, выявил следующие исторические этапы развития ГИС-технологий в России.

Ключевые слова: ГИС-технологии, земледелие, агропромышленный комплекс, инновации.

Агропромышленный комплекс является одним из приоритетных секторов экономики, от функционирования которого зависит жизнь общества и благополучие государства. На сегодняшний день в России земли сельскохозяйственного назначения составляют около четверти всей территории страны, это более 400 млн. га, на которых трудятся 22 млн. человек. Необходимо признать, что в настоящий период АПК характеризуется экономической нестабильностью и упадком, представляя собой наиболее низкодоходную отрасль, что детерминировано разнообразными факторами. Данные обстоятельства обуславливают необходимость активной модернизации форм ведения сельского хозяйства и интеграции инновационных технологий в целях снижения затрат на производство. Наиболее актуальным и востребованным инновационным продуктом в аграрной экономике является геоинформационная система, представляющая собой объединение электронных карт, баз данных и средств их ведения и анализа. Данная технология используется для создания и ведения кадастров земель и водных объектов, реестров собственности, экологического и погодного мониторинга, управления чрезвычайными ситуациями, оценки производственных рисков, анализа взаимосвязей различных факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур и во многих других приложениях, основанных на пространственно-распределенной информации [1].

Данное исследование базируется на научной и учебно-методической литературе, современных статьях в периодических изданиях Российской Федерации. Ретроспектива и историческая хронология развития ГИС-технологий сформирована на основании научных материалов Бышова Н.В., Бышова Д.Н., Бачурина А.Н., Олейника Д.О., Якунина Ю.В., Потанин В. Г., Алейников А. Ф. Отечественный опыт внедрения и использования ГИС-технологий раскрыт на основе статей Ивановой Р. О., Кашенко Н. А., Солодухина А.А., Гетманского М.Ю., Штельмах Е.П., Темникова В. Н., Фарбер С.К., Вараксина Г.С., Байкалова Е.М., Якименко М. Л., Линецкой Е. И., Квасниковой Н. В.

Основопологающая цель представленного исследования заключается в обосновании преимуществ и необходимости использования ГИС-технологий в земледелии.

Ретроспектива и историческая хронология развития ГИС-технологий в России. Возникновение и становление геоинформатики (науки о разработке и эксплуатации географических информационных систем) в СССР, главным образом, продиктовано эффективными результатами первой научной узкоспециализированной конференции «Проблемы геоинформатики», которая прошла в 1983 г. в Тарту (Эстония). Однако, в силу известных обстоятельств, осуществление ключевых идей и достижений в этой сфере знаний на практике сместилось в военную плоскость и существенно дистанцировалось от народного хозяйства. Одновременно с этим росла потребность в качественном анализе пространственно-распределенной информации, что обусловило начало активной деятельности научных центров России в направлении проектно-исследовательских разработок по созданию ГИС- технологий.

Пилотные проекты для энергетических сетей с применением ГИС были подготовлены и реализованы в Москве и Санкт-Петербурге. Несмотря на то, что первоначальные вариации проектов базировались исключительно на планах без использования карт, они оказали ощутимое влияние на развитие и распространение данного направления. В Таганроге научными сотрудниками Радиотехнического университета в коллаборации с учеными Института информатики РАН была проектирована инструментальная ГИС ObjektLand, характеризующаяся колоссальными возможностями и перспективами. Новосибирск, являясь флагманом научно-инновационной деятельности в сибирском регионе, не мог остаться в стороне и не участвовать в решении столь острой проблемы. Так, в Новосибирском академгородке научным коллективом Ю. В. Бондаря в короткий период времени была сформирована информационная кадастровая система «Земля» для администрации г. Железногорска, которая фактически являлась инструментальной ГИС отечественного производства, отличавшейся уникальными свойствами и решениями. Также свой весомый вклад в развитие геоинформационных систем внесли специалисты компании ГЕОКАД, определившие принципиально новые подходы в ГИС —технологиях по учету земельных участков и качества земель [7].

Впервые технологии ГИС в агропромышленном комплексе Российской Федерации были интегриро-

ваны в 1999 году Минсельхозом. Положения об их использовании формировались в контексте концепций развития отраслевых автоматизированных информационных систем. Несколько ранее, в 1998 году экспертами ЦИВО СО РАСХН была сконструирована локальная ГИС хозяйства Большеникольское Новосибирской области, в ходе тестирования которой образовались определенные барьеры и обнаружались серьезные изъяны существующих исходных данных. С учетом прежних ошибок и на базе более качественного графического материала в 1999 году разработана локальная ГИС хозяйства Кремлевское Новосибирской области.

Далее, 2003 год ознаменовался масштабными работами по внедрению геоинформационных систем различными исследовательскими агентствами и компаниями сельскохозяйственного профиля. В том числе Владимирский НИИСХ, СибФТИ (г. Новосибирск), АФИ (Санкт-Петербург), Алтайский государственный аграрный университет (Барнаул) и др. В результате поэтапно аккумулируется опыт использования ГИС, адаптированный под многообразие природных факторов России. Так, для одного из хозяйств Алтайского края создана геоинформационная система «Хозяйство», ее подсистемы представлены в виде автономных автоматизированных рабочих мест (подсистемы 1 и 2 АРМ «Агронома», подсистема 3 АРМ «Экономиста») [6].

Приоритетным направлением для преобладающего числа исследователей является развитие технологии точного земледелия. Особую актуальность и значимость приобретают ГИС-технологии в управлении сельскохозяйственным производством в регионах с рискованным земледелием. Для данных территорий требуется систематический контроль за условиями развития культур и осуществлением агротехнических и агрохимических мероприятий. География надзора может расширяться от отдельных полей до районов, областей и более масштабной территории. В ходе применения ГИС-технологий в растениеводстве планируется подключение сельскохозяйственных агрегатов к системам спутниковой навигации, которые позволят определить при помощи GPS-приемника и специального программного обеспечения точные координаты контуров полей. Отметим, что погрешности будут минимальными, в силу того, что современные технологии спутниковой навигации работают с сантиметровой точностью [5].

Широкое распространение ГИС-технологии получили в развитых странах, где на их основе проводится даже оценка и компенсация ущерба фермерскому хозяйству в случае разрушительных природных или природно-антропогенных явлений. Важно обозначить, что на сегодняшний день одним из ключевых условий вступления в Европейское сообщество служит существование и эффективное функционирование национальной Единой административной управляющей системы (IACS), обладающей всеобъемлющими данными, касающимися земельных участков и землепользователей. Данная система служит основополагающим информационным ресурсом, на основании которого реализуется программа субсидирования производителей сельхозпро-

дукции и контроля за использованием выделенных государством средств.

Перспективы применения ГИС-технологий. Центральная задача ГИС-технологий заключается в обеспечении единого и беспрепятственного доступа к прозрачной и объективной информации в области сельского хозяйства всех участников рынка, формировании эффективного инструмента внедрения принципов устойчивого развития и интегрированного управления земельными ресурсами. Программы ГИС нацелены на решение алгоритмических задач, позволяя специалистам сфокусироваться на генерировании нетривиальных идей, направленных на нивелирование более сложных проблем. Целесообразно использовать ГИС-технологии дифференцировано на каждом уровне управления: федеральном, региональном, местном. Поскольку задачи управления на этих уровнях различны, соответственно, различаются используемые данные и средства работы с ними [3].

На федеральном уровне ГИС-технологии используются для прогнозирования урожайности в целом по стране, мониторинга и оценки благоприятных и неблагоприятных погодно-климатических факторов, ведения общего учета и формирования кадастра сельскохозяйственных земель, диагностирования основных трендов развития отрасли в долгосрочной перспективе и стратегического управления. Также на федеральном уровне идентифицируются особо охраняемые территории и на базе ГИС-технологий формируются эффективные мероприятия по их защите от климатического и антропогенного воздействия, деградации земельных ресурсов. Консолидированная информация по данным территориям может транслироваться на региональный уровень. Отметим, что в федеральной ГИС используются данные, собранные на микро- и макроуровнях: с мест и космической съемки. Космическая съемка отражает максимально объективное состояние земель, что позволяет производить жесткий надзор за качеством реализации государственных программ и реформ в сфере аграрного развития, проверять достоверность информации, экспортируемой с мест.

На региональном уровне ГИС-технологии обеспечивают аграрный сектор качественной оценкой результатов деятельности сельскохозяйственных предприятий, определяют ценность земель, опираясь на широкий круг критериев, а также степень урона и соответствующие размеры компенсационных выплат в случаях экологических катастроф и т.д. ГИС-технологии могут использоваться региональными сельскохозяйственными администрациями в качестве инструмента по оказанию консультационных услуг и поддержки обрабатывающим землю работникам [2].

Помимо того, необходимо интегрировать ГИС-технологии в деятельность автономных хозяйств. Речь идет об условно именуемом «точном» сельском хозяйстве, широко представленном в инновационной практике развитых стран, при котором существенно упрощается процедура сбора данных и анализа продуктивности аграрного производства по очень малым участкам. Безусловно, в отношении отдельных небольших угодий практически невозможно

осуществлять анализ с полноценным использованием возможностей ГИС (нет ни специалистов, ни экономически оправданной загрузки программно-технических средств), однако вполне реалистично проектирование методик, разработанных в федеральных и/или региональных исследовательских центрах. Одной из важнейших задач государственных служб (Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации и др.) является определение степени негативного воздействия и экологического урона при использовании тех или иных средств, в том или ином объеме (удобрений, химикатов и пр.) на данном конкретном поле. С помощью ГИС-технологий осуществляется аналитическое исследование влияния рельефа, характеристик почвы, гидрологического режима, истории внесения агрохимикатов, выявляются проблемные участки, выбивающиеся из агрономической модели, формируются мероприятия, направленные на совершенствование производственной деятельности хозяйств.

В настоящий период в СибФТИ СФНЦА РАН разработаны автоматизированные технологические карты, выявляющие объективные потребности хозяйства в технике, рабочей силе, удобрениях, средствах химической защиты растений, энергоносителях. Спроектирована программа, предназначенная для автоматизации процесса заполнения технологических карт, расчета издержек на оплату труда, топлива, амортизации основных фондов и т.д. Важный вклад в развитие ГИС-технологий внесли специалисты ФГОУ ВПО ВГМХА, создавшие компьютерную программу «Техкарта», направленную на автоматизацию расчетов при планировании работ в растениеводстве. Наконец, необходимо отметить достижение научного коллектива ВНИПТИМЭСХ с успешной разработкой «Автоматизированная система проектирования механизированных технологий и технического оснащения растениеводства». Несмотря на колоссальный прогресс в контексте развития ГИС-технологий, достижение высочайшего уровня разработок, остается серьезный спектр проблем в решении обозначенных выше задач.

Сегодня ключевым направлением в области использования возможностей ГИС-технологий является контроль производства генетически модифицированных культур. Это обусловлено возрастающей актуальностью и значимостью обеспечения требований безопасности генетически модифицированной продукции. Сельскохозяйственная продукция пищевого назначения должна соответствовать определенному ряду критериев и высочайшему уровню качества. Требования же к технической продукции значительно ниже, тем более что вопросы о влиянии продуктов из ГМ-культур на здоровье человека остаются открытыми. Исходя из этого и учитывая относительно низкую стоимость технической продукции, архиважной задачей является недопущение данной продукции на рынок пищевой промышленности. ГИС-технологии позволяют проводить мониторинг и контроль за тем, где и сколько произведено (вплоть до конкретного поля) и куда направлена генно-модифицированная техническая продукция [1].

Прогнозирование объемов производства различных видов растениеводческой продукции может осуществляться на основе графического представления динамики хода вегетационного индекса (NDVI). В этом направлении целесообразно анализировать возможности специализации определенных регионов по видам продукции, а также принимать во внимание конкурентные способности соседних стран. Кроме того, динамика вегетационного индекса позволяет выявить земли, выведенные по тем или иным причинам из сельскохозяйственного оборота, и контролировать этот процесс в дальнейшем. Следует ожидать более широкого использования космического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, в котором заинтересованы как производители сельхозпродукции, так и государственные службы. С одной стороны, оперативная и детальная информация о состоянии выращиваемых культур позволяет эффективно планировать агрономические мероприятия и достигать максимальных урожаев.

С другой стороны, данные дистанционного зондирования Земли — это независимый и объективный источник информации для государственных служб для составления кадастра земель сельскохозяйственного назначения, осуществления проверки и уточнения границ сельхозугодий, контроля целевого использования земель. При достаточно больших объемах съемки и совершенствовании инструментария себестоимость работ будет постоянно снижаться. Планирование управления сельским хозяйством должно включать прогнозы того, как будет выглядеть орошаемое земледелие в результате тех или иных способов управления. Это означает, что информационные системы, используемые в сельском хозяйстве, должны не только описывать текущее состояние используемых земель, но и уметь работать с динамикой освоения водоземельных ресурсов и изменениями обширных ландшафтных областей как на коротком, так и на продолжительном отрезке времени (5, 10, 25 лет) [8].

Геоинформационные системы являются мощным инструментом для изучения и анализа различных природных явлений. Сельское хозяйство как владелец широкого класса пространственных объектов неизбежно включилось в процесс освоения данных систем как в научной, так и в производственной сфере. Однако этот процесс имеет свои характерные особенности. Достаточно быстро выяснилось, что определенная часть из широких возможностей инструментальных ГИС является излишней для сельскохозяйственных задач, а оставшаяся часть, несмотря на ее высокую полезность, не позволяет достичь требуемого результата. Поэтому возникла необходимость разработки специальных алгоритмов (и соответствующих программ), что и осуществляется на практике. В перспективе актуальным остается вопрос разработки специализированных алгоритмов и программ для более точной и четкой направленности рекомендаций по использованию сельскохозяйственных ресурсов конкретной территории с количественным прогнозом достигаемых результатов. Показана необходимость применения ГИС и в других направлениях сельскохозяйственной деятельности.

Литература:

1. Бышов Н.В., Бышов Д.Н., Бачурин А.Н., Олейник Д.О., Якунин Ю.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве—Рязань: ФГБОУ ВПО РГТУ, 2013 –169 с.
2. Иванова Р. О. Применение ГИС технологий при мониторинге и оценке состояния сельскохозяйственных угодий / Р. О. Иванова // Науки о земле, 2019. - № 1. – С. 100-102.
3. Кащенко Н. А. Геоинформационные системы [Текст]: учебн. пос. для вузов / Н.А. Кащенко, Е.В. Попов, А.В. Чечин; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с. ISBN 978-5-87941-863-7
4. Потанин В. Г., Алейников А. Ф. Становление и перспективы геоинформационных систем в сельском хозяйстве // Вычислительные техники, 2016. – № 2. – С. 82-85.
5. Солодухин А.А., Гетманский М.Ю., Штельмах Е.П. Геоинформационная система управления сельскохозяйственным предприятием // Инновации, 2019. - № 4. – С. 40-45.
6. Темников В. Н. Применение геоинформационных систем в сельском хозяйстве России / В. Н. Темников // Никоновские чтения, 2018. - № 3. – С. 614-618.
7. Фарбер С.К., Вараксин Г.С., Байкалов Е.М. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве России // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2019. - № 3. – С. 103-106.
8. Якименко М. Л., Линецкая Е. И., Квасникова Н.В. Использование ГИС-технологий в организации прецизионного земледелия // Науки о земле, 2018. - № 4. – С. 63-65.