

УДК 338.43

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ: МАСШТАБЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕРМЕРАМИ США

© 2016 г. **С.А. Ермаков***

Статья поступила в редакцию 18.04.2016.

Рассмотрено точное, или высокотехнологичное земледелие (ВТЗ) как одно из основных и перспективных направлений интенсификации сельскохозяйственного производства США. Проведена систематизация технологий точного земледелия и представлены основные составляющие. Будучи ресурсосберегающей технологией, ВТЗ помогает принять рациональные решения по каждому обрабатываемому участку поля. Степень использования такого земледелия отличается по виду и особенностям фермерского хозяйства и за последнее десятилетие по многим элементам возросла в несколько раз. Реализация инновационных решений предполагает стратегическое государственное планирование.

Ключевые слова: *точное земледелие, мониторинг урожайности, технология дифференцированного внесения, информатизация ферм.*

Высокотехнологичное земледелие – составная часть современного научно-технического прогресса

Одной из особенностей современного этапа научно-технического прогресса (НТП) в аграрном секторе экономики США является оптимизация существующих практик земледелия. Она осуществляется на основе внедрения в системы обработки почвы, посева, подготовки всходов и сбора урожая компьютерных технологий и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Появившийся в начале 1990-х годов подобный подход получил название высокотехнологичного, или точного земледелия.

В настоящее время ВТЗ, наряду с генной инженерией, – одно из основных направлений НТП в сельском хозяйстве США. Этот факт нашёл отражение в законе 1998 г. «О реформе сельскохозяйственных исследований, внедрения и образования» (*Agricultural Research, Extension and Education*), где ВТЗ определяется как «интегрированная информационная и производственная система, создаваемая для долгосрочного повышения эффективности, продуктивности и прибыльности сельского хозяйства при одновременной минимизации воздействия аграрного производства на природные экосистемы» [14].

* ЕРМАКОВ Станислав Александрович – научный сотрудник Центра аграрных проблем Института США и Канады РАН. Российская Федерация, 121069 Москва, Хлебный пер., 2/3 (yermakov_s@yahoo.com).

В отношении непосредственно производителя (фермера) уместно также определение ВТЗ как «информационной системы управления в сельском хозяйстве, используемой для определения, анализа и управления неоднородными проявлениями на поле для оптимизации решений по эффективности, устойчивости и защите окружающей среды» [6].

На практике точное земледелие становится востребованным на определённом технологическом уровне производства в фермерском хозяйстве и в определённых его размерах. Действительно, выполнение всех технологических операций от вспашки поля, посева семян, обработки всходов и до уборки урожая требует, чтобы земледелец учитывал состояние и местоположение практически каждого участка возделываемых земельных угодий. Традиционно источник этой информации – накопленные в ходе многолетнего опыта и передаваемые из поколения в поколение сведения об особенностях тех или иных участков полей фермера – их плодородия, склонности к засухливости или переувлажнению. При небольших размерах хозяйства такой учёт не составляет труда и достаточно прост – небольшие участки земли, как правило, обладают относительной однородностью качества почв. Последнее легко определялось и при необходимости для плодородия почв вносили органические или минеральные удобрения.

По мере увеличения размера полей ферм, особенно начиная со второй половины прошлого века, условия производства существенно изменились. Сейчас три четверти аграрной продукции производится в фермерских хозяйствах с площадью земельных угодий более 700 га, а на фермах крупного размера (по последней классификации Минсельхоза США), производящих более трети сельхозпродукции страны, средний размер угодий превышает 1500 га на одно хозяйство [15]. Естественно, что практика земледелия в таких хозяйствах отличается от той, которая принята в небольших по размеру земель фермах.

Основным критерием при решении по выбору сельскохозяйственной культуры для оператора фермы является уровень рентабельности её производства. Традиционно для этого необходимо проанализировать перечень исходной информации, в том числе потребность в кормах для животноводства (если ферма диверсифицирована), биологические особенности той или иной культуры, её потребность в орошении, климатические особенности местности, необходимость применения каких-либо средств борьбы с вредителями и т.п. Кроме того, производитель должен оценить возможность использовать такие получившие широкое распространение в последние полтора-два десятилетия агротехнологических новшества, как минимальная обработка почв и применение генномодифицированных семян.

Но даже всего этого, согласно принципам ВТЗ, недостаточно для получения оптимального экономического результата. Точное земледелие, как управление земледелием на каждом участке, относится к агротехнической практике, которая позволяет оптимизировать затраты всего производства на каждом из возделываемых участков – посредством учёта изменения потребности почвы в удобрениях, неравномерного распространения вредителей и болезней.

На практике, как показывают исследования [4], спрос на технологию ВТЗ со стороны фермеров обусловлен двумя основными факторами:

1. Рациональным использованием фермерами удобрений и пестицидов за счёт применения их дифференцированного внесения в обрабатываемую почву, увеличивая их внесение в местах, где они наиболее необходимы, тем самым сокращая (иногда – существенно) общий расход. Для этого используются полученные с помощью ДЗЗ-карты почв и посевов.

2. Контролем со стороны оператора обработки земли по рядам с применением автоматических систем рулевого управления. В результате значительно сокращаются зоны «повторной» обработки, уменьшается количество проходов техники по полю и таким образом экономятся топливо и средства сельскохозяйственной химии.

Технико-технологические особенности использования элементов ВТЗ. Состав точного земледелия

В ВТЗ включают две основные системы: информационную (ИС) и производственную.

Для автоматизации и информатизации сельского хозяйства необходимо моделировать бизнес-процессы аграрных предприятия, определять технологии, используемые на различных стадиях. Например, выделяют следующие технологические этапы: тестирование почв, подготовку почвы к посеву (обработка земли – вспашка, боронование, прикатывание, культивация, внесение удобрений), сев (посадка), уход за посевами, уборку урожая, а также мониторинг урожайности (и анализ информации с использованием геоинформационных систем).

Существует множество подходов к описанию того, какие технологии входят в систему точного земледелия. Меняется и состав ВТЗ в связи с развитием и внедрением инновационных решений. Вот некоторые подходы к классификации технологии ВТЗ. В качестве базовой можно принять следующую классификацию [11]:

- формирование геокодированной информации (*Georeferenced Information*);
- использование системы глобального позиционирования (*GPS, Global Position System*);
- применение геоинформационных систем (ГИС) и программного обеспечения (ПО) картографии (*Geographic Information System and Mapping Software*);
- картирование урожайности (*Yield Mapping Systems*);
- реализация технологии дифференцированного внесения удобрений (*Variable-Rate Applications*);
- получение информации через наземные датчики (*Groundbased Sensors*);
- дистанционное зондирование Земли (*Remote Sensing*);
- моделирование урожайности (*Crop production modeling*);
- картирование почв, определение неоднородности почв (*Soil Variability*), плодородия почв (*Soil Fertility*).

В работе [12] основное внимание в ВТЗ уделяется таким технологиям, как мониторинг урожайности, картирование почв, дифференцированное внесение

удобрений, системы обработки почв. Данный подход частично совпадает с предыдущей классификацией.

Интересно сравнение с российской практикой. В качестве примера рассмотрим продукцию инженерного центра «ГЕОМИР» [1]. В состав ВТЗ, по мнению российских исследователей, можно включить следующие элементы:

- системы параллельного вождения сельхозтехники;
- мониторинг транспорта и сельхозтехники;
- дифференцированное внесение удобрений;
- дифференциальный (*DGPS*) сервис;
- опрыскивание;
- мониторинг погоды;
- обмер полей и территорий;
- агрохимобследование почв;
- картирование урожайности;
- программное обеспечение для сельского хозяйства.

Программное обеспечение включает в себя создание электронных карт полей, определение фактических границ и площадей обработанных участков поля, генерирование карт урожайности, ведение статистики по уборке урожая – эти и многие другие возможности являются преимуществами предлагаемых программ для сельского хозяйства.

В исследованиях Национальной службы сельскохозяйственной статистики Министерства сельского хозяйства [4, 5] ВТЗ различают также по основному его назначению: система наведения, или автоматическая система рулевого управления, картирование урожайности, мониторинг урожайности, дифференцированное внесение удобрений, *GPS*-карты почв.

По данным исследования журнала «Кроплайф» (*CropLife*) университета Пардью (штат Индиана), в 2013 г. более 50% респондентов использовали технологию *GPS* (автоматическое управление и автопилоты), опрыскивания, прочие услуги точного земледелия и более 30% – спутниковую и аэрофотосъёмку для внутреннего пользования, а также юридическое, расчётное и страховое картирование полей (ГИС) [8, р. 23]. В 2015 г. более 40% опрошенных использовали те же технологии и *GPS* в логистике [9, р. 11]. В 2011 г. картирование полей использовали 30% респондентов. В опросах принимали участие несколько сотен фермерских хозяйств страны, тогда как разослано было 2500 анкет.

В 2015 г. в пятёрку самых обсуждаемых направлений развития сферы ВТЗ включили такие элементы (в порядке возрастания): беспилотные летательные аппараты (для обследования сельскохозяйственных культур); удалённую визуализацию; дифференцированный высев; хранилища данных и системы сбора данных/умные устройства [13].

Наибольшее распространение на настоящем этапе развития точного земледелия имеют мониторинг урожайности, автоматическая система рулевого управления, дифференцированное внесение удобрений и *GPS*-картирование. Основой ВТЗ является технология точного определения координат на местности [2].

Рассмотрим более подробно основные элементы точного земледелия.

Мониторинг урожайности используется в основном крупными фермерами. Данные об урожае могут поступить с мониторов урожайности (приборов по определению урожайности), которые с недавнего времени становятся стандартным оборудованием некоторых моделей сельхозмашин, особенно комбайнов. На более поздних моделях тракторов и комбайнов мониторы урожайности, как правило, устанавливаются с учётом их экономической целесообразности. Принцип и основные компоненты отслеживания урожайности известны. В то время как фермеры убирают урожай, монитор собирает данные и сохраняет их, используя ПО геоинформационных систем.

Благодаря применению таких методов, как визуальная ассоциация карт урожайности с другими картами (например, почвы, топографии, плодородия), с применением простого математического анализа (корреляция, среднее значение, стандартное отклонение, гистограмма и точечные диаграммы) или более сложного (множественная регрессия, нелинейные статистические методы и пространственное моделирование), осуществляется анализ карт урожайности и устанавливаются лучшие решения по выращиванию продукции.

И всё же по сравнению с предыдущими годами процент респондентов, получивших прибыль благодаря использованию карт урожайности в 2013 г., снизился до 11% [9].

Взятие образцов почв. Важная роль многих сельскохозяйственных дилеров, в особенности имеющих отношение к реализации сельскохозяйственных продуктов и услуг, состоит в помощи производителям в обеспечении плодородия почвы. Взятие образцов почв является необходимым условием для формирования плодородия почвы. К числу важнейших достижений ВТЗ можно отнести способность определить точное расположение образца грунта на соответствующем участке поля. Местная информация, также как и результаты пробы, может давать рекомендации о необходимом уровне вносимых удобрений, особенно если производитель предполагает использовать дифференцированное внесение.

Дифференцированное внесение удобрений и семян. Применение питательных веществ в нужном месте с корректной частотой – одно из преимуществ точного земледелия. При этом необходимо знать, не только сколько и где внести, но и способ контроля нормы внесения. Данная технология применяется при сеянии, при внесении удобрений, микроэлементов, извести, дефолиантов, при орошении, а также при обработке почвы и пашни [7].

Геоинформационные системы. Десять лет назад страна уделяла особое внимание ГИС [2]. Тогда мелким фермерам были доступны ГИС с данными об урожайности, а крупным – с набором карт с различными типами информации, в том числе позволяющими изменять контуры отдельных полей и проводить корректировку по сигналам от спутника. Использование ГИС определяет степень заражённости посевов вредителями, особенности севооборота, расход семян, качество и тип почвы и др. По-прежнему вопросу использования ГИС и спутникового мониторинга в сельском хозяйстве уделяется большое внимание.

Для реализации рассмотренных информационных технологий на этапе сбора сведений об урожайности, о характеристиках почвы и сопоставления

информации об урожайности и почве рекомендуется применять трёхшаговый процесс [12]:

1) монитор урожайности устанавливается в качестве стандартного оборудования на некоторых тракторах и комбайнах и может быть использован с небольшим программным обеспечением;

2) как только создаётся *GPS*-карта свойств почв, структура данных используется для хранения и получения подробной информации;

3) применение дифференцированного внесения физически основывается на предшествующей технологии.

Считается, что мониторинг урожайности приемлем для производителей кукурузы и сои до включения ими взаимодополняющих технологий, таких как *GPS*-картирование свойств почв и дифференцированное внесение удобрений.

Однако не существует никаких требований, по которым эта логическая последовательность должна применяться в комплексе, и не исключено, что дифференцированное внесение удобрений и *GPS*-карты могли бы быть применены независимо от мониторинга урожайности.

Для эффективного использования технологий точного земледелия необходимо освоение фермером следующих специальных навыков и умений [8, р. 30]:

- описание этапов роста урожая;
- описание экономических преимуществ практик точного земледелия;
- описание базовой технологии, следующей за *GPS*;
- выбор гибридов и систем управления;
- генерацию знаний для многокомпонентных структур данных;
- поиск участка земли с использованием юридического землеописания;
- загрузки рекомендации по использованию продукта в несколько дисплеев;
- использование обследования почв для определения почвенных характеристик;
- сбор образцов почв по сеткам либо зонам;
- работу с ПО пространственного анализа;
- сертифицированное консультирование по урожаю;
- ССТ (<http://www.sstsoftware.com/>);
- использование ПО для загрузки данных с мониторов урожайности;
- калибровку комбайнов мониторов урожайности;
- СМС.

В меньшей степени от фермеров необходимы специальные навыки при пользовании продукцией компаний «Фармуоркс» (*FarmWorks*) и «Мэпшотс» (*MapShots*).

Организационно-экономические особенности внедрения ВТЗ

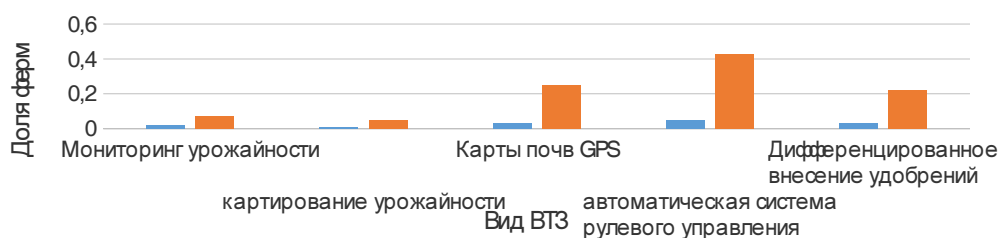
В 1997 г. Национальный исследовательский совет обсуждал потенциальное влияние широкого применения ИТ на фермерскую структуру, развитие сельской местности и качества окружающей среды.

Однако восемь лет спустя данные исследований показывают, что наиболее распространённая ИТ – мониторинг урожайности – была использована менее, чем на половине площадей кукурузы, соевых бобов и озимой пшеницы, с наиболее преобладающими взаимодополняющими технологиями.

По данным исследования по производству риса [5], более чем на половине ферм внедрены мониторинг урожайности, автоматическая система рулевого управления, а также значительно увеличилось применение технологии дифференциального внесения удобрений. Большая часть производителей риса относятся к числу крупных ферм.

Более 20% производителей арахиса внедряют картирование почв с использованием *GPS* и технологии дифференцированного внесения удобрений, более 40% – автоматические системы рулевого управления. Рис. 1 представляет широкое распространение ВТЗ [4].

Рис. 1. Применение ВТЗ в производстве арахиса, 2004 и 2013 гг.



В соевой индустрии более 70% респондентов использовали картирование урожайности и около 65% – дифференцированное внесение удобрений, картирование полей для плантаторов, автопилоты, отбор образцов почв по сетке и другие элементы ВТЗ [10]

Основными способами сбора образцов почв являются традиционный, по сетке* и зональный [8, р. 15, рис. 5]. Они варьируются, исходя из организационной структуры отдельных дилерских центров. Фермерские кооперативы использовали немного меньше услуг взятия образцов почв в исследовании 2013 г. (94%) по сравнению с 2011 г. (96%), но они всё ещё опережают независимые дилерские центры (81%) и региональные и национальные дилерские сети (94%). Кооперативы больше чем другие организации используют сетчатый способ сбора образцов почв (74%), но в целом региональные и национальные дилерские сети используют наибольшее число услуг по взятию образцов почв.

На основании исследования 66 кооперативов, данные которого приведены в табл. 1, установлено, что более половины из них собирают образцы почв с применением *GPS*, анализируют данные мониторинга урожайности и занимаются сопоставлением полей в ГИС (картированием). Из исследования 83 мелких ферм, установлено, что около 20% из них применяют технологии

* В этом случае карта поля делится на условные квадраты. В каждом берётся проба почв. Образцы могут собираться в центре каждого из них, на месте пересечения линий сетки или в случайном порядке [2].

дифференцированного посева семян и космические снимки в своей деятельности и только треть из них – взятие образцов почв, картирование полей и урожайности.

Таблица 1

Доля кооперативов и мелких фермерских хозяйств, использующих ВТЗ, Средний Запад, 2013 г.

Элемент ВТЗ	Доля кооперативов, %	Доля мелких фермеров, %
Сбор образцов почв с <i>GPS</i>	71	40
Картирование полей с ГИС	59	33
Мониторинг урожайности (анализ данных)	56	27
Космические снимки	46	19
Дифференцированный посев семян	38	19
Автоматическое управление/автопилоты	30	12
Электропроводность почв	18	5

[9, рис. 26, 32].

В 2015 г. 69% опрошенных использовали дифференцированное внесение простых удобрений, 64% – сложных, 59% – извести, 50% – семян, 27% – пестицидов, что превосходит прогнозы на 2016 г. в соответствующих исследованиях 2013 г. К 2018 г. производители предположительно увеличат применение таких технологий на 10% [8, р. 14, 16].

В исследовании 2011 г. кооперативы использовали технологии внесения простых и сложных удобрений чаще, чем независимые дилеры и региональные и национальные дилерские центры. Однако в 2013 г. региональные и национальные дилерские центры обошли кооперативы в использовании дифференцированного внесения удобрений (56%) [9, р. 35]. Аналогичные тенденции были отмечены в дифференцированном внесении извести и пестицидов по регионам и по различным организациям [9, рис. 35].

Экономические стимулы внедрения технологии ВТЗ

Представляет интерес, на каком основании принимается решение о внедрении ВТЗ, как выполняется расчёт экономической эффективности использования технологии точного земледелия на единицу площади.

Фермеры заинтересованы в элементах точного земледелия, не требующих больших затрат и длительного периода обучения (освоения). Самые экономичные технологии представляют только данные об урожайности и результаты анализа почв. Средняя стоимость мониторинга урожайности составляет от 3 тыс. до 4 тыс. долл. Для сравнения: в России применение такой технологии обходится в 8–9 тыс. долларов.

Для новых пользователей ВТЗ в производстве сои ожидаются преимущества от следующих её элементов [10]:

Дифференцированного внесения удобрений	
Большая возможность регулировать издержки	42%
Увеличение урожайности.....	48%
Уменьшаемый объём удобрений.....	68%
Дифференцированного высева	
Большая возможность регулировать издержки.....	41%
Увеличение урожайности.....	60%
Уменьшаемый объём семян.....	71%
Дифференцированного внесения гербицидов	
Меньшие общие производственные издержки.....	47%
Большая возможность регулировать издержки.....	34%
Уменьшаемый объём химикатов.....	57%
Автоматического опрыскивания	
Уменьшаемый объём химикатов.....	80%
Меньшие пропуски/перекрытия.....	48%
Меньшая утомляемость оператора.....	43%

Инвестиции в оборудование и сельскохозяйственную технику для обработки поля, позволяющие регулировать нормы внесения семян, удобрений, пестицидов могут быть выгодны при наличии информации о почве и истории урожайности. Фермер стремится к максимизации прибыли от капитальных вложений на каждом участке поля с учётом физических характеристик по *GPS*-картам и др. Исследования (1998 г.) доказывают прямую связь между прибыльностью и широкой реализацией информационных инструментов точного земледелия. Если дифференцированное внесение и информация о полевых характеристиках взаимодополняемы, дифференцированное внесение удобрений может стать выгодным, если информация станет доступной в сельскохозяйственной системе ВТЗ. Оно не может быть выгодным фермерам в ситуациях, когда информационные технологии рекомендуют применять выше нормального уровня удобрений на одном участке и менее – на другом участке их поля. Вопрос не в том, насколько ИТ прибыльны в целом, а в том, рентабельны ли они при интенсивном использовании. Во многих случаях ограниченное применение точного земледелия неэффективно ввиду значительных первоначальных вложений [12].

Исходя из результатов опроса, проведённого в 2015 г. университетом Пардью, две трети фермеров считают выгодным дифференцированное внесение удобрений, как простое, так и сложное, взятие образцов почв; внедрение общей системы ВТЗ. Выявлено также, что около 40% фермеров используют дифференцированное внесение извести, около 20% фермеров – спутниковые фотоснимки, около 10% – анализ карт урожайности и дифференцированное внесение пестицидов.

Только 10% фермеров, участвовавших в опросе, не собираются инвестировать в ВТЗ, тогда как до этого, на протяжении 2008–2013 гг., таких было около 20%. Приблизительно равное количество производителей настроено выделять

средства в размерах до 10 тыс. долл., от 10 до 25 тыс., от 25 до 50 тыс., от 50 до 100 тыс. и более 100 тыс. долларов [8, р. 25].

Как показывает данные исследования [9, р. 26, рис. 30], большинство фермеров не согласны с тем, что фермерский доход ограничивает использование услуг ВТЗ.

Таблица 2

Доля респондентов, получающих доход от ВТЗ

Элемент точного земледелия	2013 г.	2015 г.
Сбор образцов почв	44%	62%
Дифференцированное внесение сложных удобрений	63%	74%
Дифференцированное внесение простых удобрений	60%	75%
Спутниковая фотосъёмка	21%	20%
Анализ карт урожайности	12%	14%
Пакет ВТЗ	51%	60%
Дифференцированное внесение извести		41%
Дифференцированное внесение пестицидов		14%

[9, р. 44], [8, р. 20].

Существенным преимуществом применения технологий точного земледелия является снижение издержек производства за счёт экономии топлива, уменьшения загрязнения окружающей среды, в том числе благодаря сокращению смыва питательных веществ, повышению урожайности, уменьшению уплотнения ввиду ограничения движения, увеличению рабочего дня за счёт работы в тёмное время суток, экономии трудозатрат посредством уменьшения пропусков/перекрытий [6]. Всё это стимулирует внедрение ВТЗ фермерскими хозяйствами США.

Роль государства в распространении технологии ВТЗ

Департамент информационных технологий Министерства сельского хозяйства США разработал некоторые разделы стратегического плана на 2014–2018 гг. [3], касающиеся точного земледелия.

В нём основная цель заключается в расширении возможностей в сельском хозяйстве посредством обеспечения надёжной безопасной сети, создании новых рынков и поддержки конкурентоспособной сельскохозяйственной системы. Основными задачами, которые должны быть решены в этом направлении, обозначены следующие:

- использовать ГИС, данные ДЗЗ, ВТЗ и интеллектуальный анализ данных для улучшения продуктов страхования урожая и программной интеграции;

- оказывать своевременную помощь в случае стихийных бедствий для производителей с использованием имеющихся программ, использовать ГИС для быстрой оценки ущерба, взаимодействовать с другими учреждениями по оказанию помощи в случае бедствий.

Вторая цель стратегического плана – предоставление инновационному бизнесу управляемых решений посредством упрощаемых и унифицированных ИТ. Для повышения эффективности оказания услуг в этой сфере рекомендуется применять мобильные компьютерные системы. Важно также расширять оказание мобильных услуг и обеспечивать фермеров оперативными данными геокодирования визуализации карт и пространственного анализа.

Следующая цель – это включение информации как стратегического актива для лиц, принимающих решение, и граждан, а также унификация разрозненных, но взаимодополняющих данных для достижения более высокого уровня бизнес-анализа. Ключевым показателем эффективности является оценка уровня, к которому общие данные и пространственные сервисы унифицированы и усилены через программы по улучшению принимаемых решений.

Стратегическими элементами плана также являются:

- достижение функциональной зрелости предприятия, использование ДЗЗ, в том числе гиперспектрального, и ГИС для поддержки комплексной политики и административного принятия решения;

- использование анализа пространственных данных для обнаружения растраты, мошенничества и злоупотребления;

- обеспечение пространственных данных как общедоступных в открытых структурированных (читабельных) форматах.

Геопространственные центры передового опыта используют модель облачной платформы в Интернете для поддержки равноправного доступа к новым технологиям ГИС и выработки инноваций. Развёртывание производственных и служебных решений пространственных технологий произведёт благотворные изменения в портфолио МСХ, которые могут проявляться в общественных инновациях, таких как:

- продуктовые инновации: реализация быстрой адаптации к интерфейсу потребительских приложений и функциональным нуждам для географической визуализации с коммерческими веб-приложениями карт, веб-картографическими сервисами и интерфейсами прикладного программирования;

- инновация управления данными: повышение целостности, качества, доступности, управления, безопасности и оптимизации пространственных данных и изображений для продления и расширения жизненного цикла стоимости активов предприятия;

- инновация распространения: использование браузерных пространственных технологий для способствования доставки посредством технологии тонкого клиента и облачной технологии пространственных продуктов и услуг, управления канала, *GPS*, управления взаимоотношениями с клиентами/партнёрами;

- инновация пространственных аналитик: подготовка инструментов принятия решений на месте для моделирования, гибридных веб-приложений, кригинга, пространственной автокорреляции, пространственной дескриптивной статистики, проверки гипотез, интеллектуального анализа данных и криминалистики;

- инновация сотрудничества: стимулирование совместного определения проблем и путей их решения через общие рабочие процессы, участие расширенной социальной среды, интегрированная среда разработки, свободная географическая информация, гражданская наука и общественное картирование.

Таким образом, в стратегическом плане указаны цели по созданию финансовой сети, унификации данных как ключевого показателя эффективности, достижения функциональной зрелости предприятия, по созданию инфраструктуры пространственных данных, а также различные направления поддержки проводимых инноваций.

* * *

Точное земледелие – одно из основных и перспективных направлений интенсификации сельскохозяйственного производства США. В работе проведена систематизация технологий ВТЗ как необходимый этап в определении его тенденций развития. Представлены основные её составляющие. Установлено, что степень использования ВТЗ отличается по его элементам и особенностям фермерского хозяйства и за последнее десятилетие по ряду элементов возросла в несколько раз, что подтверждено результатами различных исследований. Актуальность работы состоит также в том, что выявлены направления, тенденции точного земледелия, определены узкие места его внедрения, распространения и качественного использования.

Расчёт экономического эффекта от внедрения ВТЗ для оценки эффективности вызывает затруднения, однако в статье указаны моменты, которые надо учитывать и сельскохозяйственным предприятиям РФ, что может быть весьма полезно. В настоящее время с использованием информационно-навигационных технологий можно при определении эффективности внедрения ВТЗ получать экономию топлива, а также экономию вносимых семян и удобрений, увеличивать урожайность.

Реализация таких инновационных решений предполагает стратегическое государственное планирование, которое должно быть подкреплено различными законодательными актами, в первую очередь на федеральном уровне.

Список литературы

1. Инженерный центр «ГЕОМИР». Available at: <http://geomir.ru/> (accessed 25.11.2015).
2. *Черняков Б.А., Протопопов И.В.* Высокотехнологичное земледелие США. Аграрный сектор США в начале XXI века / сборник трудов сектора аграрных проблем США и Канады ИСКРАН. Институт США и Канады Российской академии наук, Информационно-аналитический центр АПК. – Том. 2. – Москва: Типография Россельхозакадемии, 2008 [Chernyakov V.A., Protopopov I.A. USA Precision Agriculture. USA Agricultural Sector in the Beginning of the 21st Century. Institute the USA and Ca-

nadian Studies of Academy of Science of Russian Federation. Collection of Scientific Papers. Vol. 2. Moscow: Rosselshosacademia, 2008].

3. 2014-2018 USDA Information Technology Strategic Plan. Office of the Chief Information Officer. 2014 Available at: http://www.ocio.usda.gov/sites/default/files/FY14-18_IT_Strategic_Plan_Final.pdf (accessed 25.11.2015).

4. Agricultural Resource Management Survey U.S. Peanut Industry. – January 2015. Available at:

http://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Ag_Resource_Management/ARMS_2014_Peanuts_Highlights.pdf (accessed 25.11.2015).

5. Agricultural Resource Management Survey U.S. Rice Industry. – January 2015. Available at:

http://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Ag_Resource_Management/ARMS_2014_Rice_Highlights.pdf (accessed 25.11.2015).

6. Conservation Practices that Save: Precision Agriculture. Save Energy, Save Money. Available at:

http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_023626.pdf (accessed 06.12.2015).

7. Precision Ag Lessons. Available at:

<http://www.aces.edu/anr/precisionag/PrecAgLessons/index.php#prettyPhoto> (accessed 28.11.2015).

8. Precision Agricultural Services Dealership Surveys Results Sponsored by Croplife Magazine and the Center for Food and Agricultural business by Dr. Bruce Erickson and David A. Widmar. – Department of Agricultural Economics/Department of Agronomy Purdue University. August 2015. Available at: <http://agribusiness.purdue.edu/files/resources/2015-crop-life-purdue-precision-dealer-survey.pdf> (accessed 25.11.2015).

9. Precision Agricultural Services Dealership Surveys Results Sponsored by Croplife Magazine and the Center for Food and Agricultural business by Jacqueline K. Holland, Dr. Bruce Erickson, and David A. Widmar—Under Faculty Review. – Department of Agricultural Economics, Purdue University, November 2013. Available at:

<http://agribusiness.purdue.edu/files/resources/rs-11-2013-holland-erickson-widmar-d-croplife.pdf> (accessed 25.11.2015).

10. Precision Agriculture in Soybean. Grower Research Reveals that Precision Ag Technology Adoption Delivers a Clear Profit Benefit and the Cost of Getting Started Continues to Drop. – PrecisionAg Special Reports, Winter 2012. Available at:

<http://www.ilsoy.org/sites/default/files/documents/1774.pdf> (accessed 25.11.2015).

11. Precision Agriculture in the 21st Century. Geospatial and Information Technologies in Crop Management. Committee on Assessing Crop Yield: Site-Specific Farming, Information System, and Research Opportunities. Board on Agriculture. National Research Council. National Academy Press. Washington (D.C.), 1997.

12. *Schimmelpennig David, and Robert Ebel*. On the Doorstep of the Information Age: Recent Adoption of Precision Agriculture, EIB-80, U.S. Department. of Agriculture, Economic Research Service. August 2011. Available at: http://www.ers.usda.gov/media/81195/eib80_1_.pdf (accessed 25.11.2015).

13. Top 5 Precision Agriculture Technologies For 2015: Data's Day. Available at: <http://www.precisionag.com/data/top-5-precision-agriculture-technologies-for-2015-datas-day/> (accessed 4.12.2015).

14. The Agricultural Research, Extension, and Education Reform Act of 1998 (P.L. 105-185), part IV, § 403.

15. Structure and Finances of U.S. Farms: Family Farm Report, 2014 Edition, ERS, EIB 132, December 2014, p. 11. Available at: <http://www.Ers.Usga.Gov/Media/1728096/Eib-132.Pdf> (accessed 9.03.2016).

Agriculture

Precision Agriculture: Scale of Usage by U.S. Farmers

(USA ❖ Canada Journal, 2016, No. 11, p. 84-97)

Received 18.04.2016.

YERMAKOV Stanislav Aleksandrovich, Center of Agrarian Problem, Institute for the U.S. and Canadian Studies, Russian Academy of Sciences. 2/3 Khlebny per., Moscow 121069, Russian Federation (yermakov_s@yahoo.com).

Considered precision agriculture as one of the main direction of farm development in the USA. Systematization of precision agriculture technologies was made and its main components are presented. Being resource-saving technology precision agriculture helps to find the optimal solution for each processed area of the field separately. The level of usage of precision agriculture differs in its components and farm type and over the last decade in a number of components has increased significantly. It is necessary to have strategic planning that allows to implement innovative solutions in agriculture effectively.

Keywords: *precision agriculture, yield mapping, VRT, farm informatization.*

About the author:

YERMAKOV Stanislav Alexandrovich, researcher.