

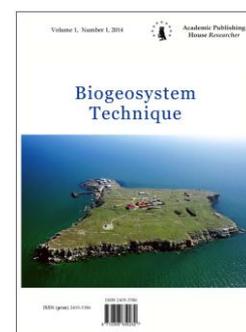
Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 30-40, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.30

www.ejournal19.com



Articles and Statements

UDC 631.4:631.6

Scientific Basis of the Adaptive Landscape Reclamation Farming Systems

Leonid V. Berezin

Omsk State Agrarian University named by PA Stolypin, Russian Federation
644008, Omsk, Sibakovskaya Str., 6
Dr. (Agricultural), Professor
E-mail: docberezin@yandex.ru

Abstract

The article explains the need for a new direction in farming systems. Instead the zonal system of agriculture in recent years is introduced the adaptive-landscape system of agriculture. It is proposed to expand the range of possible options of the adaptive-landscape system of agriculture on the principles of adaptive landscape and reclamation system of agriculture (ALRSA) that will transform agriculture in Russia and other countries, where arable land has a significant share of soils of low fertility. ALRSA is a systematic regular use of materials of remote sensing of the Earth by devices of high resolution (less than 10 m), the maximum differentiation of components of agricultural technologies to the land fund elements in order to ensure the protection and reproduction by environmentally safe soil reclamation.

Keywords: remote sensing; high resolution satellite images; low fertility soil; Farming system.

Введение

Важнейшим фактором недостаточно эффективного земледелия в РФ является то, что в пашне преобладают массивы комплексного почвенного покрова с участием почв низкого плодородия. Относительно однородные в пространстве массивы плодородных почв черноземного ряда занимают лишь третью часть пахотного фонда РФ – около 40 млн га, в том числе в Западной Сибири – 25 %, а в Омской области менее 8 %. В то же время, интенсивно используемые в пашне черноземные почвы в комплексе с малоплодородными солонцовыми почвами составляют соответственно около 20, 29 и 72 %. Кроме того, значительную долю пахотных земель занимают переувлажненные и маломощные легко самоуплотняющиеся почвы нечерноземной зоны. К сожалению, широкое распространение получили деградированные почвы в результате эрозионных процессов и химического загрязнения. В литературе выделяют десятки различных видов деградации агрофизической, агрохимической и биологической природы.

Поскольку в РФ преобладает неорошаемое земледелие, главной задачей для обеспечения устойчивого эффективного сельского хозяйства в XXI веке стала разработка экономически оправданной комплексной мелиорации земель. Актуальна разработка варианта ландшафтно-мелиоративной системы земледелия (АЛМЕЗ), использующего

дистанционные методы исследования Земли и внедрение комплексных мелиораций. АЛМЕЗ позволяет продуктивно и рентабельно использовать все компоненты почвенного покрова на основе дифференцированного подхода.

Обоснование постановки проблемы

Автором первого исследования систем земледелия является профессор А.В. Советов – первый ученый России, получивший в 1867 г. за эту работу ученую степень доктора сельскохозяйственных наук. Обобщив опыт земледелия провинций России и других стран, он свел многообразие систем земледелия к двум типам: системы, имеющие тесную связь со скотоводством, и системы, не имеющие такой связи [1]. В начале XXI в. эта группировка систем земледелия стала вновь актуальной, как и в конце XIX в.

После реформирования сельскохозяйственных предприятий РФ в конце XX века значительная доля землевладельцев, создавших крестьянско-фермерские хозяйства (КФХ), отказавшись от многоотраслевой специализации, перешла на использование зерновых или зернопаровых севооборотов. Часть КФХ встала на путь диверсификации, заменяя монокультуру пшеницы полями различных технических и крупяных культур. Но этот путь развития сельского хозяйства требует равноценных по плодородию полей севооборота, какие в районах с комплексным почвенным покровом практически не встречаются.

В то же время ведущие ученые страны предлагают сосредоточить основные ресурсы интенсификации сельского хозяйства только на использовании небольшой части плодородных почв. Полагают, что это обеспечит в любом регионе страны получение высококачественной продукции. С аналогичным предложением 60 лет назад выступил ряд членов ЦК КПСС, когда обсуждали целесообразность освоения целинных и залежных земель. Однако в условиях холодной войны и слабости промышленности гражданского направления эти предложения не были приняты. СССР избрал экстенсивный курс развития земледелия – расширение площади пашни.

Следует отметить, что в конце XX века путь сокращения площади пашни избран многими ведущими странами Мира. На фоне непрерывно растущего населения планеты из активного оборота выведено с 1961 по 2003 гг. 223 млн га сельскохозяйственных угодий, в т.ч. в семи странах – основных производителях продуктов питания – 176 млн га. В этом списке первое место занимает Россия – 58,3 млн га, затем Австралия – 40 млн га; США – 35,6 млн га и страны Европы 25,1 млн га [2, с. 46]. Причины этого процесса различны, но результат сказывается на сокращении количества продовольствия, растут цены на продукты питания. В результате сложившейся политики использования земель Россия за 25 лет потеряла треть сельскохозяйственных земель и четверть пашни. Это все быстрее лишает страну продовольственной независимости. По некоторым оценкам эта грань давно пройдена и только высокие цены на нефть пока не обнажают проблему продовольственной зависимости РФ от внешнего рынка.

При этом забывают совет М. Варрона, директора первой публичной библиотеки Юлия Цезаря, автора 80 научных трудов, который более 2000 лет назад рекомендовал начинающим земледельцам максимально использовать все имеющиеся почвы. При этом учитывать их разнообразие и требовательность культур к плодородию – на «жирных» почвах – виноград, а на «тощих» – лен и пшеница [3].

В этом плане оправдана методология проектирования ландшафтно-контурно-мелиоративных систем земледелия, которая была положена в основу нового направления мировоззрения в земледелии РФ – ландшафтно-экологического земледелия [4].

Современные технологические достижения (использование геоинформационных систем и результатов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)) находят широкое применение при проектировании структурно-функциональной основы систем земледелия, адаптированных к морфологической структуре агроландшафтов [5-10].

В «Государственной программе развития АПК РФ на период до 2020 года» к приоритетам первого уровня относят «в сфере развития производственного потенциала – мелиорация земель сельскохозяйственного назначения, введение в оборот неиспользуемых пашни и других категорий сельскохозяйственных угодий...». Для реализации этой целевой функции предусматривается увеличение инвестиций на повышение плодородия, развития

мелиорации сельхозугодий. Стимулирование улучшения использования земель ставится во главу угла.

В рамках Федеральной целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения...», по нашему мнению, необходимо обеспечить проведение мелиоративных работ на новом технологическом уровне. При выполнении мелиорации комплексов почв следует учитывать оперативные материалы космической съемки высокого разрешения (не менее 10 м в пикселе), и на их основе дифференцированно в пространстве земельных угодий применять методы агротехнической и химической, а, где возможно, и гидротехнической мелиорации [11].

По этой причине новый характер использования каждого элемента почвенного покрова следует строить на программных принципах агротехнической и эколого-рациональной мелиорации. Реализация современной агротехнологии возделывания культур с учетом особенностей ландшафтного состояния комплексов почв, возможна лишь при условии обеспечения любому землепользователю доступа к космической информации о состоянии и текущем характере использования каждого элемента почвенного покрова. Эта территория передана пользователю государством для осуществления сельскохозяйственного производства, поэтому новый характер использования каждого элемента почвенного покрова следует строить на программных принципах агротехнической и эколого-рациональной мелиорации. При этом необходимы контроль и корректировка планов использования земель сельскохозяйственного назначения, в том числе их нормативно-правовая база, на основе космической информации согласно государственным интересам развития продовольственной базы, устойчивости и плодородия государственного земельного фонда [11].

Пути решения проблемы

Новая парадигма землепользования, основанная на детальном мониторинге рационального использования земельного фонда каждым землепользователем, и в целом по России, требует пересмотра методологии анализа состояния почвенного покрова и путей повышения его качества. Современная тенденция развития АПК идет в направлении освоения принципов Precision Agriculture, среди которых главный – поконтурная, точная, точечная агротехнология, учитывающая и положительные, и негативные особенности почвенного плодородия, агротехническое состояние полей, появление вредителей и болезней [7, 8].

В настоящее время не может стоять вопрос о повышении содержания гумуса и элементов питания растений в почвах большинства сельскохозяйственных предприятий и, особенно на землях КФХ. Вопрос о повышении содержания гумуса и элементов питания растений – важнейший, но для целесообразного ответа на него сейчас нет единой государственной службы контроля качества почвенного покрова, которая могла бы выдать каждому землевладельцу экологический паспорт – нормативный документ для оценки качества земельного фонда, контроля за его использованием и рекомендаций по применению мелиоративных приемов. Но даже в том случае, когда землевладельцу будут даны указания о содержании и порядке проведения мелиоративных работ, которые до 1990 г. выполнялись за счет Госбюджета, он не сможет их реализовать в силу отсутствия материальных, технических, и финансовых возможностей, а главное – опыта их проведения. Это связано с тем, что мелиорация является сложнейшим воздействием на биосферу. Неудачное воздействие, вместо нужного результата, может оказаться губительным. Тому пример – Аральская катастрофа и многие другие примеры опрометчивого поверхностного отношения к мелиорации.

В настоящее время областные и зональные агрохимцентры проводят мониторинг плодородия почвы и ее радиологической безопасности на основе реперных участков по природным зонам. Но они не имеют возможности проводить сплошное почвенное обследование для обоснования дифференциации агротехнологии рационального использования каждого элементарного почвенного ареала [12].

В последние годы в целях рационального использования земельных фондов большая часть государственных сельскохозяйственных органов интенсивно внедряют принципы адаптивно-ландшафтной системы земледелия [13]. При этом имеется в виду, что

«адаптивно-ландшафтная система земледелия (ЛМСЗ) – это система использования земли *определенной агроэкологической группы*, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия» [13, с. 128]. Но принцип адаптации в действующих рекомендациях по АЛЗС является, по существу, экономической компонентой системы и предусматривает, в основном, учет экономического состояния хозяйства, и в меньшей степени качество почвенного покрова. Причина в том, что ранее составлявшиеся до 1990 г. крупномасштабные почвенные карты 1:10 000–1:25 000 имели 15-летний нормативный срок соответствия условиям хозяйства. За прошедшие 25–30 лет они потеряли достоверность информации и практически дают лишь ориентировочную характеристику общего состояния почвенного покрова землепользования. В этом случае ландшафтная компонента позволяет лишь дифференцировать рекомендации по подбору сортов возделываемых культур и набор сельскохозяйственных орудий, исходя из особенностей мезорельефа и залесенности территории, но не дает возможности обоснования дифференцированных агроприемов по отдельным полям разного качества, т.е. реализовать принципы современных научно-обоснованных систем земледелия дифференцировано по каждому земельному массиву того или иного хозяйства вплоть до отдельного комплексного почвенного ареала, то есть, использовать в агротехнологии принципы микро-зональности и покотурности.

Каждая из систем земледелия, разработанная на основе многолетних исследований крупных междисциплинарных научных коллективов, основана на использовании наиболее продуктивных и экологически приспособленных районированных сортов возделываемых культур, новейшей сельскохозяйственной техники и экологически безопасных, но достаточно рентабельных способов мелиорации. В настоящее время системы земледелия сфокусированы на том, чтобы их осваивать хозяйство могло своими силами. Именно такие варианты мелиорации в современных условиях могут в основном найти реальное применение в хозяйствах разного организационно-экономического уровня от крупных межрайонных холдингов до КФХ среднего уровня. Государственной Программой развития АПК РФ до 2020 г. предусмотрена реконструкция и реставрация ранее построенных межхозяйственных гидромелиоративных систем. Это направление финансируется особым образом, для восстановления и последующей эксплуатации таких объектов разработаны особые принципы, а большая часть землепользователей должна использовать свои внутренние ресурсы.

Проведенные в последние годы работы по оценке перспектив АПК земледельческой зоны Сибири показали, что решение этой задачи может быть достигнуто на основе квалифицированного анализа материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Изучение возможности использования материалов дистанционного зондирования для оценки качества почвенного покрова от лучших опытных хозяйств научных учреждений до отдельных крестьянско-фермерских хозяйств проводилось группой почвоведов Омского государственного аграрного университета (ОмГАУ) с 2004 г. Были получены положительные перспективные результаты [10]. В 2008 г. получен Патент РФ на новый способ расчета нормы внесения органических удобрений на основе оценки гумусированности почв с помощью снимков высокого разрешения (10 м в пикселе) [14]. В 2013 г. совместно с Омским агрохимическим Центром подана Заявка на получение Патента на усовершенствованный способ почвенно-агрохимического обследования земель сельскохозяйственного назначения.

Начиная с 2010 г. установлена постоянная творческая и деловая связь с компанией «СОВЗОНД». В рамках сотрудничества разработана оригинальная авторская система тестирования оптико-электронных мультиспектральных снимков различной разрешающей способности, полученных на космических аппаратах Германии, Японии, США и Китая.

Суть принципа новой методики почвенно-агрохимического обследования земель сельскохозяйственного назначения определяется в первую очередь порядком проведения камеральных и полевых работ. *До начала полевых работ* проводится синтезирование снимков высокого пространственного разрешения (не более 10 м в пикселе) изучаемого хозяйства, типичного для природно-сельскохозяйственной зоны, с помощью программного комплекса ENVI с существенным преобладанием данных красного и инфракрасного

диапазонов съемки над частотами диапазонов съемки синей и зеленой частей спектра солнечной радиации. После наложения на синтезированный космоснимок в соответствии с ГИС-технологиями планов землепользования хозяйства по выраженному тону цветовой гаммы выделяются относительно однородные полигоны, объединяющие участки различного типа и почвенного плодородия, которые группируют на основе различия светоотражения объектов по модулю K-Means программного комплекса ENVI в 5–6 классов интераций, уточняют их границы, *после чего проводят на типичных ключевых участках выборочное полевое почвенное обследование* с отбором почвенных образцов в центре почвенных ареалов с последующим послойным анализом смешанных образцов стандартного перечня агрохимических и ряда типичных диагностических показателей той или иной почвы.

На третьем этапе после диагностики почв по морфологическим и физико-химическим критериям по синтезированному снимку на точках отбора почвенных образцов использованием программного комплекса Adobe Photoshop (GIMP), определяют яркость свечения направленного светоотражения (Glow), и по величине коэффициентов спектральной яркости (по системе RGB) устанавливают для каждой из выделенных почв спектр отраженной солнечной радиации.

На четвертом этапе в программном комплексе Statistica проводят многофакторный анализ поглощения-отражения солнечной радиации, и в системе XYZ рассчитывают специфическую величину отношения яркости свечения изучаемого биогеоценоза к показателям длинно- и коротковолновой части спектра солнечной радиации. На заключительном этапе в программном комплексе ArcGIS создают наглядную модель исследуемого почвенного покрова в виде электронных картограмм, систематизируют базу космических снимков и информационных данных каждого обследуемого хозяйства и полигонов, занятых преобладающими в данном микрорегионе возделываемыми культурами.

Заявленный способ агрохимического обследования почв опробован в лесостепной зоне на полях четырех крестьянско-фермерских хозяйств Марьяновского района Омской области общей площадью 17000 га, что позволило сделать заключение о наличии в пашне более 20 % солонцовых почв низкого плодородия, площадь которых ранее на крупномасштабных почвенных картах, составленных о традиционной методике на основе черно-белых аэрофотоснимков, составляла менее 10 % пахотного фонда и, следовательно, при кадастровой оценке землепользования не учитывалась. При этом специалист хозяйства получает картограмму с точным отражением площади и местонахождения ареала каждой из почвенных разностей [15-17].

С учетом проведенных почвенных анализов, хозяйству могут быть предоставлены материалы с рассчитанными дозами удобрений и мелиорантов, а также соответствующие картограммы удобрения и обработки полей, которые перед началом полевых работ по химизации и мелиорации земель могут быть загружены в портативный компьютер трактора с GPS-навигатором. Такие агрегаты уже работают на полях Омской области.

Летом 2014 г. способ был использован при оценке состояния почв в районах широкого проведения освоения целинных и залежных земель юга Омской области. В результате было показано, что не обоснован миф о наступлении процесса опустынивания этих земель, а урожайность зерновых культур на полях обследованного рядового типичного хозяйства повысилась в последние годы до 3 против 0,7–1,1 т/га в 1957–1960 гг.

Представим один из примеров применения материалов ДЗЗ при планировании и осуществлении мелиорации почв. В 2011 г. было создано сельскохозяйственное предприятие ООО «Диурет» в Горьковском районе Омской области. Хозяйство расположено в центральной солонцовой части лесостепной зоны и имеет 6 000 га пашни. В 2014 г., в порядке исполнения указанного выше Постановления Правительства РФ о развитии АПК до 2020 г., руководство хозяйства в ООО «Диурет» приняло решение дополнительно распахать 3 000 га залежных земель соседних КФХ.

Для решения вопроса об очередности и целесообразности повторного освоения залежных земель хозяйство приобрело космический снимок высокого разрешения. Специалисты лаборатории рационального использования почв ОмГАУ (в том числе, аспиранты и магистранты), выполнили синтез и кластеризацию мультиспектрального

космического снимка 2013 г. RapidEye (5 м в пикселе). Последующее почвенно-геоботаническое обследование массивов намеченных к освоению, сопоставлялось со спектрами отражения солнечной радиации выделенных по снимку полигонов. В результате в крайне сжатые сроки хозяйство получило рекомендации о целесообразном освоении своими силами без капиталовложений лишь 800 гектаров залежных земель.

Остальные массивы, намеченные хозяйством к повторному освоению, на основании идентификации по снимку, дополненной натурным обследованием, вследствие переувлажнения или сильного засоления не подлежали мелиорации. Значительная часть обследованных объектов характеризовалась преобладанием в составе почвенного комплекса мелких солонцов содового засоления (испорченных систематической припашкой части неплодородного горизонта). Они нуждаются в значительных затратах на проведение мелиорации гипсованием. Но предшествующими многолетними исследованиями уже установлено, что гипсование нередко обуславливает обострение экологических проблем вследствие нарушения экологически сбалансированного состава Ca/Sr в окружающей среде в биогеоценозах.

На этом основании в последние годы мы развернули исследования по применению на подобных почвах химически инертных, но активных пористых сорбентов. Поскольку технология мелиорации почв сорбентами подлежит детализации и последующему применению в рамках государственного финансирования, хозяйству было предложено воздержаться от затрат на химическую мелиорацию и остановиться на введении в пашню 1000 га вместо планировавшихся первоначально 3000 га. Использование материалов ДЗЗ позволило сэкономить средства и сократить сроки подготовительных работ, предотвратить введение в пашню неплодородных земельных массивов, для которых применение стандартной мелиорации и агротехники является губительным. Одновременно отметим необходимость совершенствования подхода к созданию искусственных биогеосистем [7], его разработка пока находится в зачаточном состоянии.

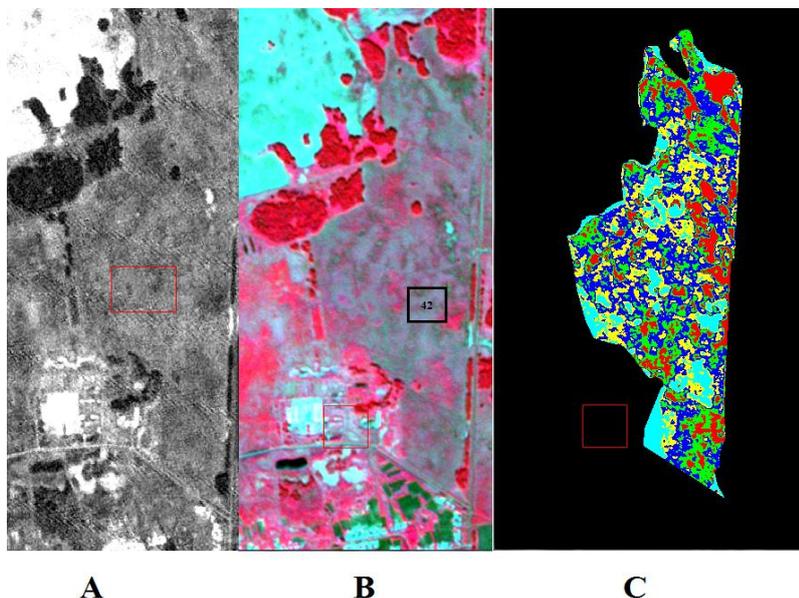


Рис. 1. Фрагмент космического снимка RapidEye с залежным массивом:
А – исходный; В – синтезированный; С – тот же массив залежи
после кластеризации по 10 классам

На рис. 1 представлен космический снимок одного из полей ООО «Диурет» в 25 км восточнее р. Иртыш. На исходном снимке (рис. 1А), по аналогии с черно-белым аэрофотоснимком можно предполагать наличие многочисленных суффозионных понижений диаметром до 100 м (15–20 пикселей).

На рис. 1В представлен синтезированный вариант снимка (1А) с учетом инфракрасного канала. В результате на рис. 1В контрастнее выделяется лес, который имеет интенсивный красный спектр отражения, и залежный луг, который имеет серый цвет и весьма неоднородную окраску. В период полевого обследования пространственное разнообразие

объекта исследований ставило сложную задачу репрезентативного выбора мест почвенных выделов и закладки прикопок.

Дальнейшее углубление компьютерного дешифрирования снимка методом кластеризации на рис. 1С позволило четко определить границы каждого из объективно выделяемых ареалов почвенно-растительных ценозов. Примером облика почвенно-растительных ценозов служит рис. 2. На нем четко просматриваются на фоне темного мятликового луга небольшие по площади светлые пятна полыни. Объект на рис. 2 идентифицирован по рис. 1, и после этого заснят в виде наземного снимка. Видны ареалы полыни морской (*Artemisia maritime* L.) – индикатора мелкого солонца содового засоления. Подобная картина однозначно показывает нецелесообразность использования данного массива в качестве поля севооборота. Полученный результат экспертной оценки свидетельствует о работоспособности углубленного компьютерного дешифрирования методом кластеризации снимков, полученных при ДЗЗ.



Рис. 2. Пастбище на старовозрастной залежи

После комплекса культуртехнических работ земельные массивы, аналогичные представленным на рис. 2, могут служить пастбищем или сенокосом средней продуктивности. Для введения таких земельных массивов в состав пашни необходимо проведение выборочной поконтурной химической мелиорации методом гипсования. Но осуществлять ее при такой комплексности технически крайне сложно, а практически невозможно. В то же время без нейтрализации содового засоления посредством гипсования, после повторного освоения массива в пашню, пятна мелкого солонца будут постоянно и существенно снижать продуктивность возделываемых культур. на новом этапе освоения. Это обусловлено тем, что причина неблагоприятных почвенных свойств гипсованием не устраняется. Обстоятельства заставят землепользователя вновь вывести освоенный массив из состава полей севооборота в залежь и использовать его в качестве низкопродуктивного кормового угодья. Такой результат обусловлен недостаточным техническим уровнем современной мелиорации, но этот пример показывает, что далеко не всегда хозяйства переводили в залежи плодородные земли. Во многих случаях их нецелесообразно повторно осваивать, и с этими фактами приходится считаться, чтобы не понести экономических убытков и не нанести вред почве и экосистеме в целом. Без использования материалов дистанционного зондирования при отсутствии сплошного почвенного обследования Государственная Программа восстановления пахотного фонда страны либо не будет выполнена, либо сделанные затраты на повторное освоение залежных массивов могут дать негативный результат

Кластеризация контуров различной степени отражения солнечного спектра на этапе почвенного дешифрирования синтезированных космических снимков необходима для планирования полевых работ. На этой основе составляют картограммы дифференциации мелиоративных мероприятий. Это не только облегчает обследование земель, позволяет сократить сроки их выполнения, но позволяет еще до выхода в поле определить характер

комплексности всех обследуемых земельных массивов, выполнить подсчёт ожидаемого количества видов биогеоценозов, определить площадь каждого из них.

Обычно принятие решения о том или ином характере использования земельного массива выполняют, имея общую оценку степени комплексности того или иного поля. Этого недостаточно для составления однозначного представления об облике, свойствах и перспективе использования комплексного почвенного покрова. Имея четкую картограмму объективно различных почвенно-растительных ареалов, специалист хозяйства (но если такие специалисты отсутствуют, то решение принимает в интересах землепользователя специалист районного звена), могут оперативно уже на следующий день после получения заказанного снимка ДЗЗ принять решение о внесении поправок в агротехнологию применяемую на поле хозяйства. При таком почвенном обследовании обеспечивается база выбора необходимых способов мелиорации, дифференцированного применения удобрений, мелиорантов, средств борьбы с сорняками или вредителями (например, при нашествии саранчи, лугового мотылька или шелкопряда). Реальность такой постановки задачи обеспечивается тем, что дистанционное зондирование Земли космическими аппаратами RapidEye и ряда иных фирм производится ежедневно. Цена снимков напрямую зависит от их востребования потребителями. Поэтому, чем шире будут использоваться космические методы в целях сельском хозяйстве, тем меньшими будут затраты.

Учет специфики отдельных почвенных ареалов на основе почвенного дешифрирования космической информации создает основу ландшафтно-мелиоративной системы, существенно расширяющую возможности адаптивно-ландшафтной системы земледелия любого региона страны. Ее реализация возможна при условии освоения каждым землепользователем методики использования космической информации индивидуально, а не шаблонно. Например, по муниципальному образованию или субъекту Федерации, технологии. Только в пределах конкретного хозяйства можно решить вопрос о целесообразности проведения мелиоративной обработки того или иного поля или луга, химической мелиорации, удобрения полей, защиты посевов. Отклонение агротехнологии от предусмотренных зональной системой земледелия параметров может быть результатом природных катаклизмов, с одной стороны, запределной вариации природных условий выращивания растений, и шаблонных агротехнологических решений, агротехнологических промахов – с другой стороны. Адаптация агролиссады и контроль за реализацией агротехнологии может осуществляться качественно и оперативно только на фоне информации, получаемой по материалам ДЗЗ.

Заключение

Решение задач развития АПК РФ до 2020 г., включая проблему повторного освоения выведенных из пашни земель, наиболее эффективно может достигаться использованием принципов адаптивной ландшафтно-мелиоративной системы земледелия, которая базируется на детальном анализе структуры почвенного покрова по оперативным и повторяемым результатам дешифрирования данных дистанционного зондирования космическими аппаратами высокого разрешения (менее 10 м в пикселе). В сочетании с почвенно-агрохимическим обследованием материалы ДЗЗ позволяют оперативно решать вопросы целесообразности повторного освоения выведенных из пашни земель, а также выбора наиболее рентабельного способа мелиорации почв низкого плодородия. На этой основе специалисты хозяйств получают надежный инструментальный контроль использования каждого земельного участка, сроков проведения агротехнических и почвенно-мелиоративных мероприятий, качества полевых работ. В результате обеспечивается своевременное предупреждение отклонений от принятой агротехнологии, а также возможность ее текущей коррекции с учетом ландшафтных особенностей любого земельного массива. Это создает основу для освоения поконтурного точного земледелия согласно принципам Precision Agriculture.

Примечания:

1. Советов А.В. О системах земледелия / Избран. соч. М.: Гос. изд-во сель. хоз. лит-ры. 1954. С. 241-422.

2. Люри Д.Ю. Закономерности вывода из оборота сельскохозяйственных земель в России и мире и процессы постагрогенного развития залежей /Д.Ю. Люри, С.В. Горячкин [и др.] //Агрэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы всеросс. науч. конф. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. С. 45-71.
3. Варрон М.Т. Сельское хозяйство / М.Т. Варрон. М.-Л.: АН СССР, 1963. 216 с.
4. Каштанов А.Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия / А.Н. Каштанов, Ф.Н. Лисецкий, Г.И. Швец. М. : Колос, 1994. 126 с.
5. Bayramin İ. Using geographic information system and remote sensing techniques in making pre-soil surveys. Proceedings of the International Symposium on Desertification. Konya, 2000. http://www.toprak.org.tr/sd/isd_o4.htm.
6. Bocco G., Mendoza M., Velázquez A. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping a tool for land use planning in developing countries // *Geomorphology* 39, no. 3 (2001): 211-219.
7. Зинченко В.Е., Лохманова О.И., Калиниченко В.П., Глухов А.И., Повх В.И., Шляхова Л.А. Космический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения юга России // *Исследование Земли из космоса*. 2013. № 3. С. 33-45.
8. Сергеева О.С. Научные основы мониторинга процессов деградации почв с использованием космической информации. / О.С. Сергеева, Л.В. Березин // *Материалы Междунар. конф. по борьбе с опустыниванием*. Абакан: НИИ аграрных проблем Хакасии, 16–19 мая 2006. С. 298-303.
9. New opportunities of geoplanning in the rural area with the implementing of geoinformational technologies and remote sensing / F.N. Lisetskii, A.V. Zemlyakova, E.A. Terekhin, A.G. Naroznyaya, Y.V. Pavlyuk, P.A. Ukrainskii, Z.A. Kirilenko, O.A. Marinina, O.M. Samofalova // *Advances in Environmental Biology*. 2014. V. 8. I. 10. P. 536-539.
10. Березин Л.В. Научные основы корректировки почвенных карт на базе космических снимков / Л.В. Березин // *Методическое обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения: Материалы Всеросс. науч. конф.* / М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. С. 235-240.
11. Иванов А.Л. Вступительное слово / А.Л. Иванов // *Агрэкологич. состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: Материалы всеросс. науч. конф.* М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. С. 3-9.
12. Сергеева О.С. Мониторинг почвенного покрова Западной Сибири по данным дистанционного зондирования / О.С. Сергеева, В.М. Красницкий, Л.В. Березин // *Плодородие*. 2010. № 1 (52). С. 7-8.
13. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин. М.: Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
14. Березин Л.В. Своеобразие почв Сибири – база совершенствования почвоведения и адаптивно-ландшафтных систем земледелия. /Л.В. Березин // *Изучение, освоение и использование почв Сибири: материалы Междунар. науч. конф. «Вклад акад. Л.И. Прасолова в изучение и сель.-хоз. освоение почв Сибири 7-10 августа 2007 г./РАСХН, сиб. отд-ние, ГНУ НИИАП Хакасии*. Новосибирск: ИПФ «Агрос», 2008. С. 115-124.
15. Пат.2337518 Российская Федерация, МПК А01С 21 / 00. Способ внесения органических удобрений / О.С. Сергеева, Л.В. Березин, Д.А. Климович; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО ОмГАУ. Заявка № 2006143977 / 12; заявл.11. 12. 06; опубл. 10. 11. 08, бюл. № 31 (Пч.). 21 с.
16. Березин Л.В. Применение методов ДЗЗ и ГИС для оценки потенциала поглощения солнечной энергии агроценозов. /Л.В. Березин, М.Р. Шаяхметов // *Geomatics*, № 2(19), 2013. 87-90.
17. Березин Л.В. Использование материалов дистанционного зондирования Земли для выявления потенциально плодородных залежных земель лесостепной зоны Западной Сибири. / Л.В.Березин, М.Р.Шаяхметов, И.В.Веретельникова, А.П.Чопозов //Материалы III Междунар. конф. молодых ученых – развитию АПК. Ставрополь: Изд-во СНИИЖК, 2014. Т. II, вып. 7. С. 464-467.

References:

1. Sovetov A.V. On the farming systems. Selected Works. M.: State Agro-Literature Publishing, 1954. P. 241-422. (in Russian)
2. Lyuri D.Y. Laws of agricultural land withdrawal from circulation in Russia and in the World and the processes of development of postagrogenic land deposits /D.Y. Lyuri, S.V. Goryachkin, et al. // Agroecological state and prospects of Russian lands, excluded from active agriculture use: Materials of All Russia. Scientific. Conf. M.: Soil. Inst names after VV Dokuchaev, 2008. P. 45-71. (in Russian)
3. Varron M.T. Agriculture. M.-L.: AN SSSR, 1963. 216 p. (in Russian)
4. Kashtanov A.N. Fundamentals of landscape ecological agriculture / A.N. Kashtanov, F.N. Lisetskii, G.I. Shvebs. M.: Kolos, 1994. 126 p. (in Russian)
5. Bayramin I. Using geographic information system and remote sensing techniques in making pre-soil surveys // Proceedings of the International Symposium on Desertification. Konya, 2000. http://www.toprak.org.tr/sd/isd_04.htm.
6. Bocco G. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping a tool for land use planning in developing countries / G. Bocco, M. Mendoza, A Velázquez. // *Geomorphology* 39, no. 3 (2001): 211-219.
7. Zinchenkou V. E., Lokhmanova O. I., Kalinichenko V. P., Glukhov A. I., Povkh V. I., Shljakhova L. A. Space monitoring of agricultural lands in southern Russia / V. E. Zinchenkou, O. I. Lokhmanova, V. P. Kalinichenko, et al. // *IZVESTIYA ATMOSPHERIC AND OCEANIC PHYSICS*. 2013. v. 49. Issue 9. P. 1036-1046. DOI: 10.1134/S0001433813090168.
8. Sergeeva OS Scientific basis for monitoring of the soil degradation processes using space information. / O.S. Sergeeva, L.V. Berezin // Proceedings of the Intern. Conf. Convention to Combat Desertification. Abakan: Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia, May 16-19, 2006. P. 298-303. (in Russian)
9. New opportunities of geoplanning in the rural area with the implementing of geoinformational technologies and remote sensing / F.N. Lisetskii, A.V. Zemlyakova, E.A. Terekhin, A.G. Naroznyaya, Y.V. Pavlyuk, P.A. Ukrainskii, Z.A. Kirilenko, O.A. Marinina, O.M. Samofalova // *Advances in Environmental Biology*. 2014. V. 8. I. 10. P. 536-539.
10. Berezin L.V. Scientific bases of correction of soil maps based on satellite images // *Methodical maintenance of agricultural land monitoring: Proceedings of the All-Russia Sci. Conf. / M.: Soil. Inst names after VV Dokuchaev, 2010. P. 235-240. (in Russian)*
11. Ivanov A.L. Opening Remarks // Agroecological state and prospects of land use in Russia, excluded from active agricultural use / Materials of All Russia Sci. Conf. M.: Soil. Inst names after VV Dokuchaev, 2008, p 3-9. (in Russian)
12. Sergeeva O.S. Monitoring of soil cover of Western Siberia on remote sensing data / O.S. Sergeeva, V.M. Krasnitskiy, L.V. Berezin // *Fertility*. 2010. № 1 (52). P. 7-8. (in Russian)
13. Kiriushin V.I. Greening agriculture and technology policy. M.: Publishing House of the MAA, 2000. 473 p. (in Russian)
14. Berezin L.V. Peculiarity of the soils of Siberia – the base of perfection of Soil Science and adaptive-landscape systems of agriculture // The study, development, and use of the soils of Siberia. Materials Intern. Scientific. Conf. "The contribution of Acad. L.I. Prasolov to the study and agriculture development of soils in Siberia. August 7-10, 2007 / RAAS, Sib. Dep., GNU NIAP of Khakassia / Novosibirsk: Institute of Applied Physics "Agros", 2008. P. 115-124. (in Russian)
15. Pat. 2337518 Russian Federation, IPC A01S 21/00. The method of organic fertilizer apply / OS Sergeeva, LV Berezin, DA Klimovich. Applicant and patentee OmGAU. Ap. № 2006143977/12 from 11.12.2006. Publ. 10. 11. 08. Bul. Number 31 (2nd Part). 21 p. (in Russian)
16. Berezin L.V. Application of methods of remote sensing and GIS to assess the potential of solar energy absorption of agrocenoses. /L.V. Berezin, MR Shayakhmetov // *Geomatics*. № 2 (19). 2013. P. 87-90. (in Russian)
17. Berezin L.V. Use of materials of Earth remote sensing to identify the potentially fertile fallow land of forest-steppe zone of Western Siberia. / L.V. Berezin, M.R. Shayahmetov, I.V. Veretelnikova, A.P. Chopozov // Proceedings of the III International. Conf. of Young Scientists – the development of agriculture. Stavropol: Publ SNIIZHK, 2014. V. 2. Issue 7. P. 464-467. (in Russian)

УДК 631.4:631.6

Научные основы адаптивной ландшафтно-мелиоративной системы земледелия

Леонид Владимирович Березин

Омский Государственный Аграрный Университет им. П.А. Столыпина, Российская Федерация
644008, Омск, Сибакловская ул., 6
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
E-mail: docberezin@yandex.ru

Аннотация. В статье обосновывается необходимость разработки нового направления в системах земледелия. Взамен зональных систем земледелия в последние годы внедряется адаптивно-ландшафтная система земледелия. Предлагается расширить спектр возможностей адаптивно-ландшафтной системы земледелия вариантом, основанным на принципах адаптивной ландшафтно-мелиоративной системы земледелия (АЛМЕЗ), что позволит трансформировать земледелие России и других стран, пахотные земли которых отличаются значительной долей почв низкого плодородия. АЛМЕЗ это систематическое регулярное использование материалов дистанционного зондирования Земли аппаратами высокого разрешения (менее 10 м), максимальная дифференциация компонентов агротехнологий по элементам земельного фонда, в целях обеспечения охраны и воспроизводства плодородия почв экологически безопасными способами мелиорации.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли; космические снимки высокого разрешения; почвы низкого плодородия; системы земледелия.