



## ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) ECOLOGY (ITS BRANCHES)

УДК 332.4.89

<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2020-4-1-45-51>

### Система земледелия как инструмент повышения эколого-экономической эффективности мелиоративной деятельности

**Александровская Л. А.**

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова, ДГАУ,  
г. Новочеркасск, Российская Федерация

Формирование систем земледелия в современных условиях является важнейшим фактором организации сельскохозяйственного производства, улучшения использования пахотных угодий, повышения плодородия почв, рационального применения органических и минеральных удобрений, а также эффективного воздействия на состояние окружающей природной среды. Кроме того, научно обоснованная система земледелия является важнейшим условием для внедрения правильных севооборотов, которые обеспечивают как рациональную организацию труда, так и предоставление плодосемян для каждой выращиваемой сельскохозяйственной культуры в севообороте. Наряду с этим севооборот в обязательном порядке должен обеспечить производство экологически безопасной продукции, поддержание экологического равновесия на обрабатываемых территориях.

**Ключевые слова:** земледелие, система, севооборот, мелиорация, производство, природные ресурсы, пахотные угодья, эффективность.

**Образец для цитирования:** Александровская, Л. А. Система земледелия как инструмент повышения эколого-экономической эффективности мелиоративной деятельности / Л. А. Александровская // Экономика и экология территориальных образований. — 2020. — Т. 4, № 1. — С.45–51.  
<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2020-4-1-45-51>

### Agriculture system as a tool for improving the ecological and economic efficiency of land reclamation activities

**Aleksandrovskaia L. A.**

Novocherkassk Engineering Institute of reclamation named after A.K Kortunov, DGAU, Novocherkassk,  
Russian Federation

The formation of agricultural systems in modern conditions is an important factor in the organization of agricultural production, improving the use of arable land, increasing soil fertility, rational use of organic and mineral fertilizers, as well as effective impact on the environment. In addition, a science-based farming system is an essential condition for the introduction of correct crop rotations, which ensure both rational labor organization and the provision of fruit seeds for each cultivated crop in the crop rotation. Along with this, crop rotation must necessarily ensure the production of environmentally safe products and maintain ecological balance in the cultivated areas.

**Keywords:** agriculture, system, crop rotation, reclamation, production, natural resources, arable land, efficiency.

**For citation:** Aleksandrovskaya, L. A. Agriculture system as a tool for improving the ecological and economic efficiency of land reclamation activities. *Economy and ecology of territorial formations*, 2020, vol.4, № 1, pp.45-51. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2020-4-1-45-51>

**Введение.** Система земледелия представляет собой современный подход к организации управления выращиванием и продуктивностью сельскохозяйственных культур, базирующийся на использовании комплекса информационно-телекоммуникационных технологий. Ее сущностное содержание заключается в составлении на основе спутниковых и лабораторных данных точных карт сельскохозяйственных полей с подробной характеристикой формирующих их участков и дифференциацию на основе содержащихся данных доз внесения удобрений и средств защиты растений. Использование подобного подхода позволяет снизить уровень расходов на производство единицы продукции и повысить отдачу земель. При этом технологии точного земледелия обеспечивают повышение качественных параметров сельскохозяйственной продукции, а также существенное снижение уровня нагрузки на окружающую природную среду. Цель данной статьи — рассмотреть вопросы влияния научно обоснованных систем земледелия на повышение эколого-экономической эффективности мелиоративной деятельности.

**В целом концепция точного земледелия предполагает необходимость следования ряду ключевых принципов, реализующих использование системного подхода к процессу управления агромелиоративной деятельностью:**

1. Обеспечение получения экономически и экологически обоснованного результата сельскохозяйственного производства на основе учета характеристик климата, почв, выращиваемых сортов растений, а также хозяйственно-экономических условий, на основе анализа которых принимается решение об использовании конкретных технологий точного земледелия.

2. Дифференциация используемых технологий точного земледелия на основе анализа важнейших характеристик конкретных полей, метеорологических и хозяйственных данных, приспособленности к конкретным условиям, что позволяет оптимизировать использование необходимых ресурсов в разрезе каждого поля и всего хозяйства в целом.

3. Информационная поддержка как на стадии планирования, так и в процессе принятия оперативных управленческих решений, позволяющая полностью автоматизировать формирование технологических программ возделывания сельскохозяйственных культур.

Методология точного земледелия включает в себя большое количество технологий, которые в рамках отдельного сельскохозяйственного предприятия могут использоваться как в совокупности, так и по отдельности.

В обобщенном плане можно констатировать, что точное земледелие включает в себя три важнейшие составляющие, к которым относятся:

1) система определения координат сельскохозяйственного агрегата на поле при помощи радиотрилатерации либо спутниковой навигации;

2) компьютеризированная база данных, содержащая информационный массив, необходимый для составления карт;

3) контролирующие элементы, используемые для осуществления сельскохозяйственных операций в соответствии с параметрами, содержащимися на электронной карте [1].

Начало практического использования технологий точного земледелия было положено в 1988 году, когда в США стал использоваться мобильный агрегат, предназначенный для смешивания и внесения минеральных удобрений. При этом карта внесения удобрений основывалась на фотоснимках, а мобильный агрегат позиционировался при помощи только начинавшей использоваться системы глобального позиционирования GPS [2].

В конце 1990-х годов появился подход «зонального отбора», в рамках которого стало осуществляться подразделение земельных участков на отдельные зоны со сходными условиями развития выращиваемых культур.

Усовершенствование глобальной навигационной спутниковой системы позволило обеспечить навигацию техники с автоматическим управлением, что способствовало развитию систем земледелия с контролем прохода сельскохозяйственной техники, которые позволяют существенно минимизировать уплотнение почвы [3–5].

Изначально разработанные в целях повышения эффективности агропроизводства технологии точного земледелия в современных условиях стали не в меньшей, а иногда и в большей степени ориентированы на снижение негативного воздействия на окружающую среду, связанного с использованием средств мелиорации.

К основным функциям систем точного земледелия следует отнести:

— осуществление пространственной привязки мелиоративных объектов и высокоточное позиционирование используемых при их обработке сельскохозяйственных машин при помощи спутниковых систем;

— навигационно-информационную поддержку процесса управления применяемой на мелиорируемых угодьях сельскохозяйственной техники;

— проведение мониторинга состояния почв, развития растений, а также климатических параметров и его информационно-технологическая система в рамках многолетних циклов;

— цифровое моделирование местности, рельефа, состояния почв, внесения удобрений, урожайности выращиваемых культур на основе данных геоинформационных систем и дистанционного зондирования;

— обеспечение эффективной работы автоматизированных систем поддержки принятия решений на основе использования многолетних сквозных баз данных, отражающих состояние и использование мелиорируемых земель [4].

В основе данной методологии лежит использование точных карт полей, отражающих большое число природно-экологических параметров, таких как химический состав почв, уровень залегания подземных вод, количество получаемой солнечной радиации, преобладающие ветра и т. д. Чем большее число факторов отражено на карте, тем адекватнее можно корректировать производственные, в частности, мелиоративные процессы. Совокупность указанной информации формирует базу для функционирования соответствующих систем поддержки принятия решений [6].

Программное обеспечение функционирования систем точного земледелия должно обеспечивать реализацию следующих важнейших функций:

- формирование электронных карт плодородия и других важнейших параметров поля, необходимых для обеспечения графической интерпретации данных с целью принятия оптимальных управленческих решений;

- интеграция и модификация информации, полученной с помощью систем позиционирования и отражающей распределение элементов питания NPK, особенности рельефа, урожайность возделываемых культур;

- интерпретация карт урожайности за предшествующие годы, необходимая для принятия управленческих решений о дальнейшем развитии мелиоративных процессов с целью получения наибольшего эколого-экономического эффекта;

- трансформация исходной информации об истории поля, расположении важнейших объектов на его территории, истории внесения удобрений;

- расчет регрессионной зависимости между урожайностью возделываемых культур и агротехнологическими параметрами поля;

- обоснование использования алгоритма расчета доз внесения удобрений, необходимых для достижения программируемой урожайности;

- определение оптимальных доз вносимых удобрений с учетом внутривидовой пестроты и размера участков, на которые разбито поле в соответствии с определенным критерием;

- расчет потребности в удобрениях для каждого конкретного поля и его участков на основе данных о программируемой урожайности возделываемых культур и содержании в почве питательных элементов;
- формирование электронных карт внесения удобрений и обоснование наиболее целесообразных способов движения сельскохозяйственных машин по полю;
- оценка эффективности использования механизма дифференцированного применения удобрений;
- разработка других элементов программы применения удобрений на каждом конкретном поле в контексте обеспечения планируемой урожайности возделываемых культур [7].

Модель методико-информационного обеспечения реализации концепции точного земледелия представлена на рис. 1.

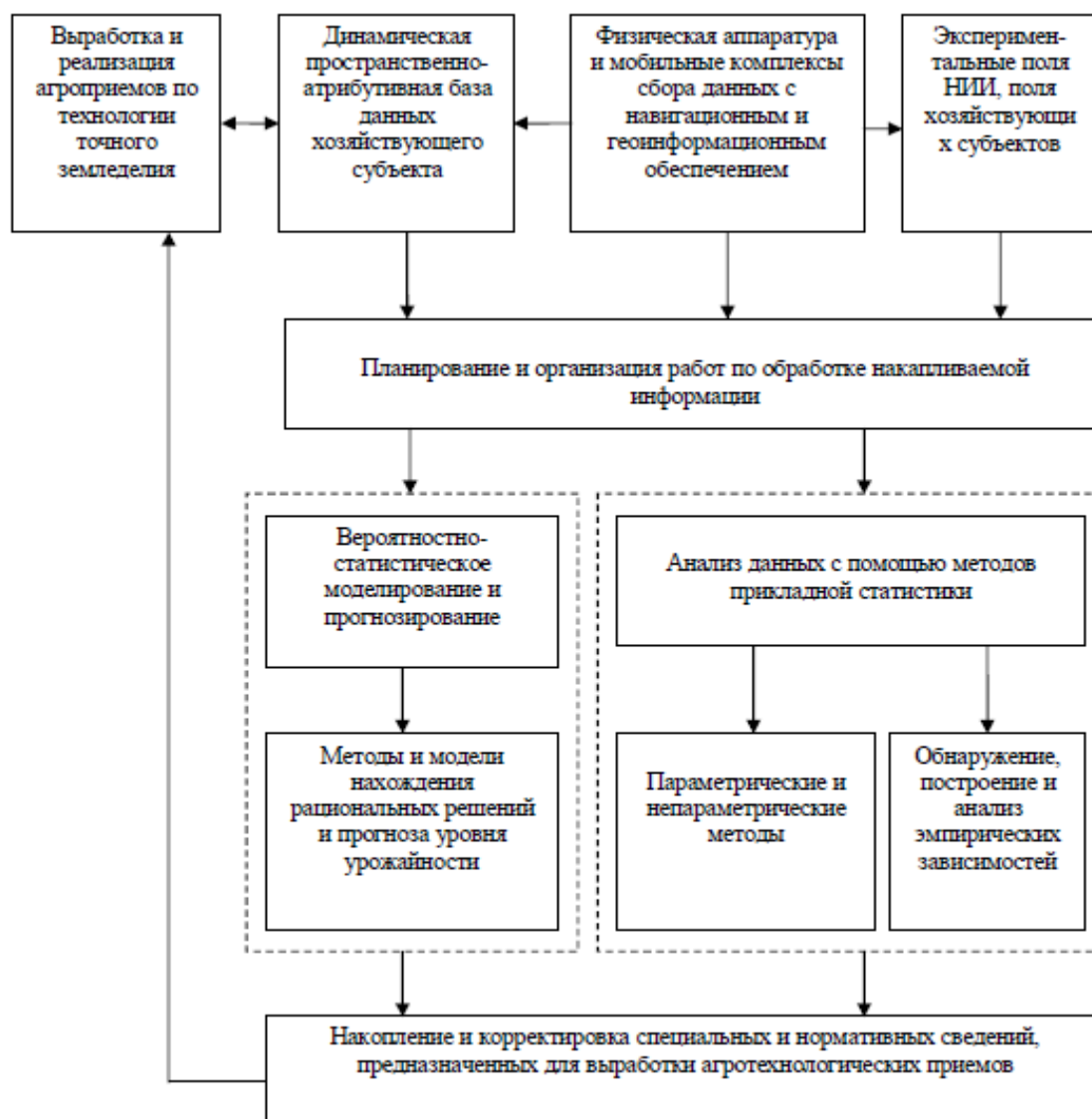


Рис. 1. Модель методико-информационного обеспечения реализации концепции точного земледелия

В рамках технологии точного земледелия сельскохозяйственное поле в соответствии с рядом определенных параметров подразделяется на некоторое количество относительно однородных участков, на каждый из которых вносится строго нормированная доза удобрения. На данной основе для всего посева создаются наиболее оптимальные условия без причинения ущерба природной среде. Опыт

практической реализации данной технологии показывает, что ее применение позволяет значительно повысить урожайность зерновых культур при значительной экономии ресурсов и сохранении экологического баланса [8].

Важнейшим этапом практической реализации концепции точного земледелия является проведение дифференцированного внесения удобрений в отношении каждого отдельно взятого элементарного участка поля. При этом процесс внесения удобрений производится либо в офлайн, либо в онлайн-режиме.

Первый из указанных режимов предполагает осуществление предварительной подготовки электронной карты-задания, содержащей набор пространственно привязанных к каждому участку поля с помощью GPS-технологий параметров вносимых доз удобрений. Данная карта загружается в бортовой компьютер оснащенной GPS-приемником сельскохозяйственной машины, который в процессе движения по полю считывает с карты параметры доз удобрений, соответствующих конкретному месту, и отдает сигналы контроллеру распределителя удобрений [9–10].

Онлайн-режим предполагает предварительное определение агротребований по выполнению операции, представляющих собой количественную зависимость дозы удобрения от параметров находящегося на техническом средстве датчика, и установление вносимой дозы удобрений непосредственно во время ее выполнения. Результаты исполнения операции заносятся на чип-карту. Бортовой компьютер, получая показания датчика, соотносит их с агротребованиями, посылает соответствующий сигнал на контроллер аналогично работе в офлайн-режиме [11].

Точное земледелие ориентирует сельхозпроизводителей на формирование принципиально новой технологической основы их деятельности, предполагающей осуществление тщательного мониторинга за состоянием окружающей среды, и на строго регламентированный подход к каждому почвенному контуру. Дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений в зависимости от различной обеспеченности участков поля питательными веществами преследует цель создать оптимальный питательный режим для всего посева в любой точке участка.

При этом практическая реализация концепции точного земледелия обеспечивает повышение воспроизводства почвенного плодородия и достижение качественно иного уровня экологической чистоты производимой растениеводческой продукции. Технологии точного земледелия позволяют снизить уровень использования азотных удобрений на 30% при одновременном повышении урожайности возделываемых культур, что достигается путем дифференциации внесения данных удобрений.

**Заключение.** Резюмируя вышесказанное, можно констатировать, что ключевыми эколого-экономическими преимуществами, обеспечиваемыми внедрением систем точного земледелия, являются:

1. Оптимизация использования различных видов ресурсов.
2. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур.
3. Улучшение качественных параметров сельскохозяйственной продукции.
4. Повышение качественных характеристик используемых земель.
5. Снижение негативного воздействия на окружающую среду.

#### **Библиографический список**

1. Якушев, В. П. На пути к точному земледелию / В. П. Якушев. — Санкт-Петербург : Изд-во Петербургского института ядерной физики РАН, 2002. — 458 с.
2. Шпаар, Д. Точное сельское хозяйство. Precision Agriculture : учебно-практическое пособие ; под общ. ред. Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева. — Санкт-Петербург : [б. и.] ; Пушкин : [б. и.], 2009. — 397 с.
3. Дифференцированное внесение удобрений в системе точного земледелия / В. А. Любич [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2012. — № 1. — С. 73–75.
4. Петрова, Е. Н. Системы «точного земледелия» в обеспечение продовольственного суверенитета России: текущие возможности и перспективы / Е. Н. Петрова, А. Ю. Репин [Электронный ресурс]



/ Бесплатная электронная библиотека — Научные публикации. — Режим доступа: <http://os.x-pdf.ru/20prodovolstvie-produkty/597238-1-sistemi-tochnogo-zemledeliya-obespechenie-prodovolstvennogo-suveren.php> (дата обращения: 16.02.2020).

5. Точное (координатное) земледелие: реальность и перспективы / Ю. Н. Плескачев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. — 2016. — № 2. — С. 96–101.

6. Якушев, В. П. Интенсификация ресурсосбережения в АПК России / В. П. Якушев, П. В. Лekomцев // Ресурсосберегающее земледелие. — 2008. — № 1. — С. 24–27.

7. Личман, Г. И. Управление процессами при возделывании сельскохозяйственных культур в точном земледелии / Г. И. Личман, А. И. Беленков // Фермер. Поволжье. — 2016. — № 1 (43). — С. 44–45.

8. Александровская, Л. А. Организационно-экономические аспекты агроупрощения природопользования : монография / Л. А. Александровская, А. С. Чешев, В. В. Поляков. — Москва : Вузовская книга, 2011. — 256 с.

9. Использование и охрана природных ресурсов в рамках агроупрощения систем / В. В. Поляков [и др.]. — Ростов-на-Дону ; Москва : Вузовская книга, 2015. — 223 с.

10. Александровская, Л. А. Формирование и развитие агроупрощения природопользования : монография / Л. А. Александровская. — Москва : Вузовская книга, 2012. — 206 с.

11. Авдоница, И. А. Точное земледелие — стратегия эффективного развития сельского хозяйства / И. А. Авдоница // Научный вестник Технологического института — филиала ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П. А. Столыпина». — 2015. — № 14. — С. 5–10.

#### **Об авторе:**

**Александровская Людмила Анатольевна**, доцент кафедры землепользования и землеустройства Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А. К. Кортунова, ДГАУ (РФ, 346428, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111), кандидат экономических наук, доцент, докторант, [alika2007@rambler.ru](mailto:alika2007@rambler.ru)

#### **References**

1. Yakushev, V.P. Na puti k tochnomu zemledeliyu. [On the road to precision farming.] Saint-Petersburg, Publ. centre of St. Petersburg Institute of nuclear physics RAS, 2002, 458 p. (in Russian).

2. Shpaar, D. Tochnoe sel'skoe hozyajstvo. [Precision agriculture. educational and practical guide under D.Shpaara, A.V. Zakharchenko education.] Saint-Petersburg, 2009, 397 p. (in Russian).

3. Lubchich, B.A. [and others]. Differencirovannoe vnesenie udobrenij v sisteme tochnogo zemledeliya. [Differentiated application of fertilizers in precision farming system.] Proceedings of the Orenburg state Agrarian University, 2012, № 1, 73–75 pp. (in Russian).

4. Petrova, E.N. Sistemy «tochnogo zemledeliya» v obespechenie prodovol'stvennogo suvereniteta Rossii: tekushchie vozmozhnosti i perspektivy. [Precision farming systems to ensure Russia's food sovereignty: current opportunities and prospects.] Free electronic library-Scientific publications (in Russians).

5. Pleskachev, Y.N. [and others.] Tochnoe (koordinatnoe) zemledelie: real'nost' i perspektivy. [Precise (coordinate) farming: reality and prospects.] Proceedings of the lower Volga agricultural University complex: science and higher professional education, 2016, № 2, 96-101 pp. (in Russian).

6. Yakushev, V.P., Lekomtsev, P.V. Intensifikaciya resursosberezheniya v APK Rossii. [Intensification of resource saving in the agro-industrial complex of Russia.] Resource-saving agriculture, 2008, № 1, 24-27 pp. (in Russian).

7. Lichman, G.I., Belenkov, A.I. Upravlenie processami pri vozdelывanii sel'skohozyajstvennyh kul'tur v tochnom zemledelii. [The process control in the cultivation of crops in precision agriculture.] Farmer. Volga region, 2016, № 1 (43), 44–45 pp. (in Russian).

8. Aleksandrovskaya, L.A. Organizacionno-ekonomicheskie aspekty agromeliorativnogo prirodopol'zovaniya : monografiya. [Organizational and economic aspects of agromeliorative nature management: monograph.] Moscow, The University Book, 2011, 256 p. (in Russian).

9. Polyakov, V.V. [and others]. Ispol'zovanie i ohrana prirodnyh resursov v ramkah agromeliorativnyh system. [Use and protection of natural resources within agro-reclamation systems.] Rostov-on-Don, Moscow, The University Book, 2015, 233 p. (in Russian).

10. Aleksandrovskaya, L.A. Formirovanie i razvitie agromeliorativnogo prirodopol'zovaniya : monografiya. [The formation and development of agro-environmental Sciences : monograph.] Moscow, The University Book, 2012, 206 p. (in Russian).

11. Avdonona, I.A. Tochnoe zemledelie — strategiya effektivnogo razvitiya sel'skogo hozyajstva. [Precision agriculture — a strategy for effective development of agriculture.] Scientific Vestnik of Technology Institute — branch of the “Ulyanovsk state agricultural Academy named after P. A. Stolypin”, 2015, № 14, 5-10 pp. (in Russian).

***Authors:***

**Aleksandrovskaya Ludmila Anatolievna**, associate Professor, the Department " Land Use and land management " Novochoerkassk Institute of Engineering and reclamation named after A. K. Kortunov, DGAU (111, str. Puskinskaya, Novochoerkassk, 346428, RF), candidate of economic Sciences, associate Professor, PhD student, [alika2007@rambler.ru](mailto:alika2007@rambler.ru)