

# ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО В СФЕРЕ АПК

УДК 631.3.072

**Аннотация.** Проанализированы направления развития внутрихозяйственного землеустройства в контексте формирования инновационных подходов к управлению земельными ресурсами, в частности при внедрении системы точного земледелия в аграрное производство Беларуси.

**Ключевые слова:** цифровое землеустройство, точное земледелие, менеджмент-зона, сельскохозяйственные земли, ГИС-технологии.

**Для цитирования:** Куцаева О., Барковский Г. Цифровое землеустройство в сфере АПК // Наука и инновации. 2021. №3. С. 21–25. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-3-21-25>



**Олеся Куцаева,**  
старший преподаватель  
кафедры геодезии  
и фотограмметрии  
Белорусской  
государственной  
сельскохозяйственной  
академии;  
[alexa-1982@bk.ru](mailto:alexa-1982@bk.ru)



**Геннадий Барковский,**  
директор проектного  
института  
Могилевгипрозем;  
[mogilev@belgiprozem.by](mailto:mogilev@belgiprozem.by)

Широкое применение технологий точного земледелия невозможно без развития цифрового землеустройства, поскольку последнее является пространственно-информационной основой при имплементации инновационных методов в аграрном производстве. В противном случае это приведет к огромным экономическим потерям, связанным с недоиспользованием земельного ресурса и ускорением темпов деградации почв. Переход к цифровому землеустройству, базирующемуся на учете наличия внутриполевой пространственной неоднородности почвы, – ключевой фактор точного земледелия, позволяющий повысить корректность оценки и прогноза урожайности культур с вероятностью до 95%; увеличить ее на 25–30% только за счет оптимизации размещения посевов; снизить производственные затраты на 15–20%, учитывая технологические свойства и местоположение земельных участков; привязать тех-

нологии возделывания культур к конкретным площадям пахотных земель; разработать систему противозерозионных и природоохранных мероприятий [5, 6].

Зона управления, или менеджмент-зона (МЗ) – одна из важнейших составляющих точного земледелия как стратегии управления сельским хозяйством, направленной на максимальное повышение продуктивности и устойчивости культур к неблагоприятным факторам внешней среды за счет оптимального использования материальных и производственных ресурсов посредством учета внутриполевой пространственной неоднородности [7]. Универсальный инструмент для идентификации МЗ – внутрихозяйственное землеустройство, реализацию функций которого в отношении выделения зон пространственной неоднородности в пределах землепользования сельскохозяйственного предприятия можно осуществить посредством применения функциональных возможностей геоинформационных систем, в частности геопространственной статистики, кластерного и геоинформационного анализа (рис. 1).

Именно менеджмент-зона является определяющим фактором, влияющим как на дальнейшую имплементацию системы точного земледелия для конкретного землепользователя, так

и на принятие решения о внедрении отдельных ее элементов, прежде всего – параллельного вождения и дифференцированного внесения минеральных удобрений и средств защиты растений, что наиболее приемлемо для нашей страны, учитывая современную экономическую ситуацию, систему хозяйствования и отсутствие частной собственности на земли сельхозназначения.

В Беларуси, как и в странах ближнего и дальнего зарубежья, все еще не разработана единая унифицированная методика идентификации менеджмент-зон, а их выделение осуществляется с использованием четырех базовых подходов, принятых в мире: согласно первому поля разделяются на МЗ в соответствии со значениями одной или нескольких характеристик почвы и ланд-

шафта; в соответствии со вторым – МЗ определяются с использованием карт урожайности; по третьему – МЗ устанавливается по величине окупаемости затрат; четвертый, комплексный, предполагает использование информации как о почвенных параметрах или ландшафтных характеристиках, так и об урожайности культур либо окупаемости затрат на ее получение. Выбор того либо иного обуславливается следующими положениями: сколько МЗ должно быть идентифицировано в пределах поля либо земельного участка? по какому ключевому признаку следует выполнять градацию поля либо земельного участка на МЗ? сколько признаков необходимо учитывать при их определении? использовать ли для их выделения один из существующих подходов либо их комбинацию? нужно ли учитывать вид выращиваемых культур и конкретный элемент технологии точного земледелия (дифференцированное внесение удобрений и пестицидов, обработка почвы, орошение, уборка урожая)?

Однако решающим фактором следует считать сложившуюся систему землепользования и землеустройства, а также наличие оперативных и достоверных данных, применять которые можно при идентификации МЗ для прецизионного земледелия. Следует отметить, что, поскольку элементы такой технологии только начали внедряться в Беларуси, подход, основанный на экономических характеристиках, не будет эффективен из-за отсутствия достоверных статистических данных об этих показателях. В то же время и определение зон по индикаторам урожайности также имеет ряд ограничений, связанных прежде всего с отсутствием ее мониторинга

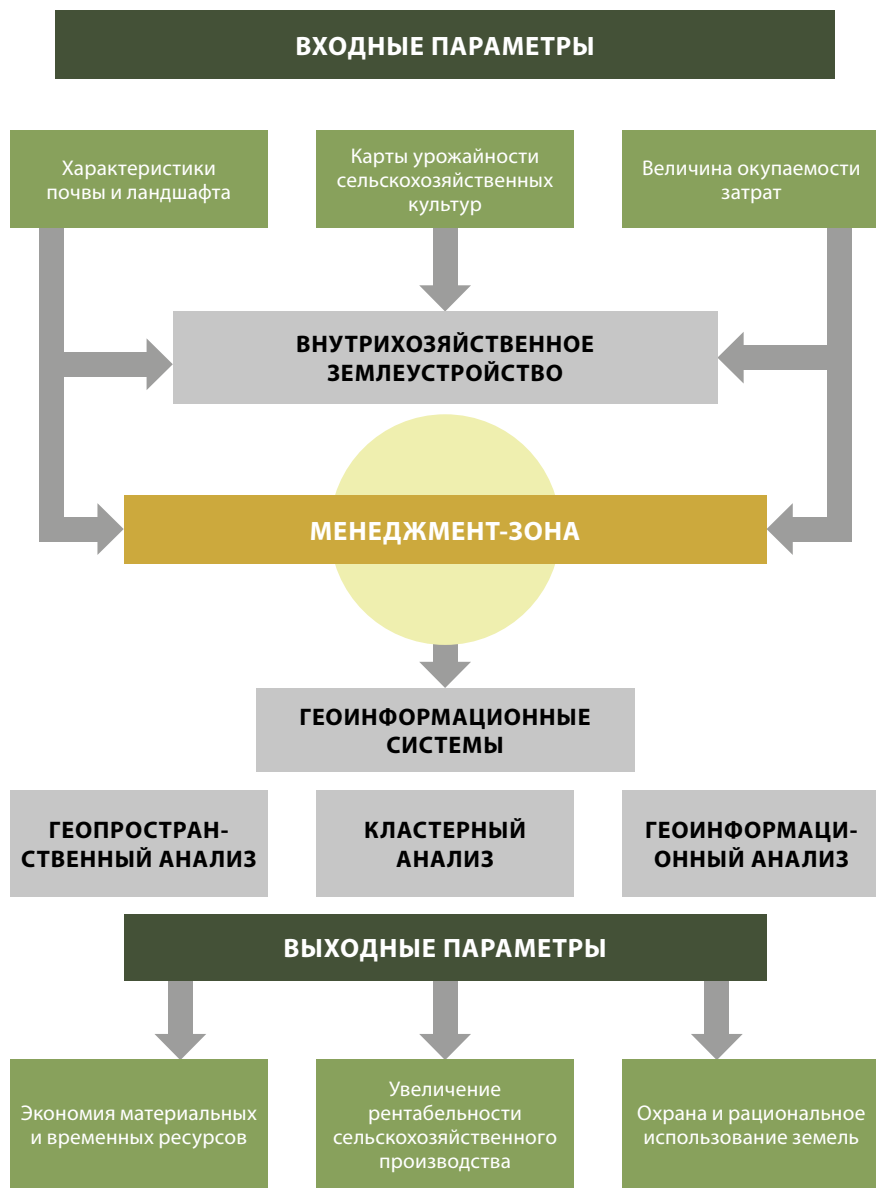


Рис. 1. Структура менеджмент-зоны как подсистемы точного земледелия

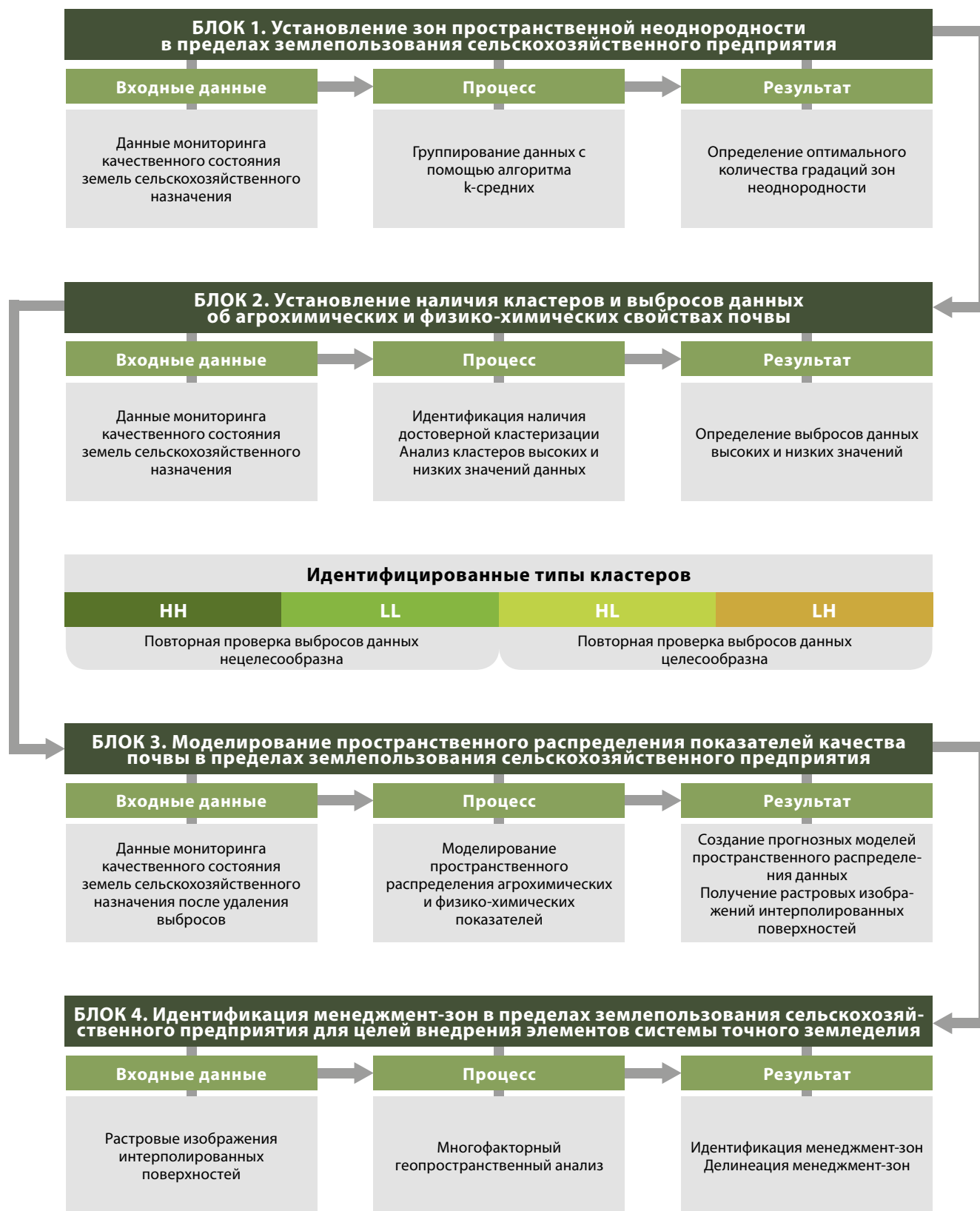


Рис. 2. Механизм идентификации МЗ с соответствующим качеством земель для целей точного земледелия

в контексте пространственного распределения в пределах поля и учета неоднородностей. Для идентификации МЗ только почвенных параметров недостаточно, поскольку имеющиеся картографические материалы зачастую устаревшие и не всегда могут быть отображены в цифровом формате; сельскохозяйственные предприятия не применяют датчики, регистрирующие почвенные параметры; определение электропроводности почвы, используемое за рубежом для разграничения зон неоднородности в пределах поля, не обязательно при проведении туров агрохимических обследований проектно-изыскательскими станциями химизации сельского хозяйства [8].

Исходя из этого, при разработке методики определения менеджмент-зон для условий Беларуси в качестве универсальных исходных показателей рекомендуются почвенные параметры, наиболее часто используемые агрономическими службами сельскохозяйственных предприятий: содержание в почве гумуса, подвижных фосфора и калия, а также рН почвенного раствора [9]. Данный перечень может быть расширен с учетом геопространственных данных о свойствах почвы и требований, предъявляемых к определению МЗ. В частности, в него могут быть внесены сведения о содержании в почве микроэлементов, а также об уровне ее загрязнения остатками пестицидов, тяжелыми металлами и радионуклидами.

При идентификации МЗ с соответствующим качеством земель в пределах конкретного агрохозяйства в качестве исходных данных целесообразно использовать показатели земельно-информационной системы на территории выполнения работ

по разграничению МЗ, а также сведения агрохимического обследования почв сельскохозяйственного предприятия областной проектно-изыскательской станцией агрохимизации.

Сотрудники кафедры геодезии и фотограмметрии землеустроительного факультета Белорусской государственной сельскохозяйственной академии в тесной коллаборации с Проектным институтом Могилевгипрозем разработали и апробировали в условиях Учебно-опытного хозяйства БГСХА методику идентификации однородных территориальных МЗ путем многофакторного геопространственного анализа при осуществлении внутривладельческого землеустройства сельхозорганизации для целей точного земледелия, которая рекомендована к применению (рис. 2).

Важно подчеркнуть, что информационной базой для этого является мониторинг земель, под которым, согласно ст. 1 Кодекса о земле Республики Беларусь, понимают систему наблюдений, оценку и прогноз изменений их состояния под воздействием антропогенных и (или) природных факторов. Это необходимо для принятия решений по оптимизации землепользования с применением инструментов планирования и прогнозирования. Наша страна имеет достаточно разветвленную сеть мониторинговых пунктов для наблюдений за состоянием почв, превышающую по плотности аналогичные, созданные в странах дальнего и ближнего зарубежья [10]. Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь – один из основных субъектов мониторинга. Его структурные подразделения проводят их кадастровую оценку, полевое почвенное обследование

с последующей корректировкой данных слоя «почвы» в земельно-информационной системе. Сопоставление и анализ геопространственной информации позволяет получать реальную картину состояния почв и максимально задействовать потенциал основного средства сельхозпроизводства. Специалисты отделов земельно-информационных систем проектных институтов системы УП «Белгипрозем» имеют соответствующую квалификацию, опыт, навыки и возможности для создания актуальных цифровых картографических материалов и баз данных о качественных свойствах земель, удовлетворяющих запросы и требования сельхозпроизводителей, в том числе и при использовании прецизионных технологий.

Однако имеющейся информации о состоянии земель явно недостаточно, поскольку проводимые подразделениями агрохимической службы обследования основаны не на сплошном, а на так называемом маршрутном методе, а также методе ключей (выборе репрезентативных территорий). К тому же в процессе изысканий отбираются смешанные, а не индивидуальные почвенные образцы (обязательное условие при имплементации прецизионного земледелия). Способы составления почвенных картограмм, применяемые в работе проектно-изыскательских станций химизации сельского хозяйства, также морально и технически устарели и непригодны для планирования и внедрения инновационных систем земледелия.

Главной отличительной особенностью картографического изображения, полученного с помощью ГИС-анализа, является то, что требуемый показатель отображается в виде геопривязан-

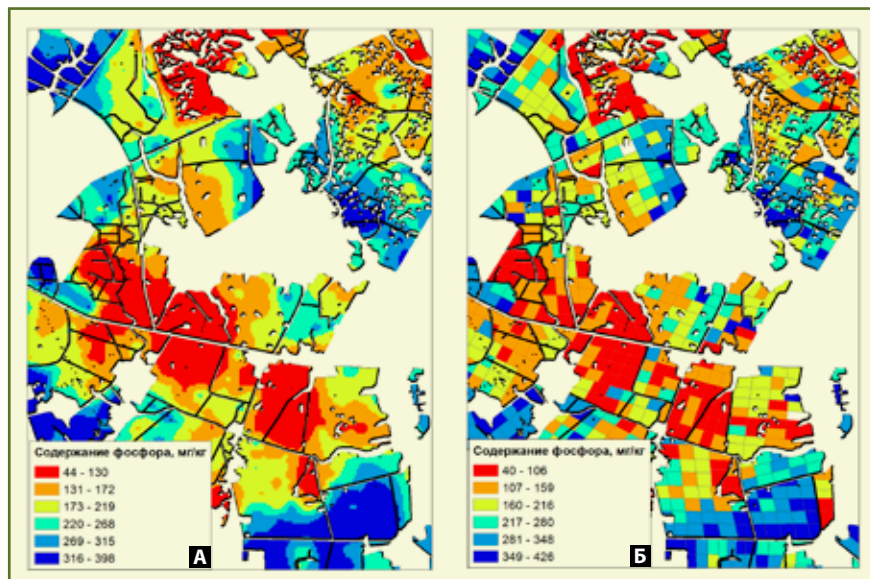


Рис. 3. Фрагменты картограмм, отображающих содержание в почве подвижного фосфора (А – созданных с применением современных методов геопространственного анализа; Б – созданных традиционным способом).

ных контуров, что дает возможность с высокой точностью определить наличие пространственных неоднородностей в содержании подвижного фосфора в почве и рассчитать дозы фосфорных минеральных удобрений в соответствии с фактическими потребностями с учетом внутриполевой изменчивости (рис. 3).

Наличие актуальных карт, отражающих реальное состояние качества земель и их внутриполевую неоднородность и позволяющих дифференцировать внесение минеральных удобрений и химических мелиорантов, максимально используя потенциальные возможности почвы, – важнейшее условие эффективного внедрения точного земледелия. Игнорирование наличия внутриполевой неоднородности ведет к необоснованному перерасходу ресурсов, побочное действие которого – усиление негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Внедрение системы точного земледелия в условиях Беларуси

должно осуществляться прежде всего как элемент внутрихозяйственного землеустройства, причем не только в масштабе отдельных сельскохозяйственных предприятий, но и в отношении отдельных полей земельных массивов и участков. В частности, необходимо формировать рабочие территории, учитывая контуры существующей внутриполевой неоднородности, идентифицируя их (или субрегионы) внутри каждого поля либо земельного участка. Это позволит оптимизировать структуру землепользования посредством рациональной трансформации земельных угодий и получать оперативные и точные данные о количественном и качественном состоянии земель. ■

■ **Summary.** The paper analyzes the directions of development of on-farm land management in the context of the formation of innovative approaches to land management, in particular, when introducing a precision farming system in agricultural production in Belarus.

■ **Keywords:** digital land management, precision farming, management zone, agricultural land, GIS technologies.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-3-21-25>

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Мыслыва Т.Н. Внедрение точного земледелия в Республике Беларусь в контексте национальных отношений: проблемы и перспективы / Т.Н. Мыслыва, О.А. Куцаева // Вестник БГСХА. 2020. №4. С. 154–163.
2. Механізми управління земельними відносинами в контексті забезпечення сталого розвитку / Ш.І. Ібатулін, О.В. Степенко, О.В. Сакаль і ін. – К., 2012.
3. Якушев В.В. Точное земледелие: теория и практика: монография / В.В. Якушев. – СПб., 2016.
4. Maloku D. Adoption of precision farming technologies: USA and EU situation / D. Maloku // Practical Application of Science. 2020. Vol. VIII. Issue 22. P. 7–14.
5. Папаскири Т.В. Землеустроительное проектирование и землеустройство на основе автоматизации: проблемы и решения / Т.В. Папаскири // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2015. №8 (127). С. 10–15.
6. Волков С.Н. Цифровое землеустройство – проблемы и перспективы / С.Н. Волков, Д.А. Шаповалов // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. №2. С. 26–35.
7. Delineation of site-specific management zones for pest control purposes: Exploring precision agriculture and species distribution modeling approaches / J. Méndez-Vázquez, A. Lira-Noriegab, R. Lasa-Covarrubias, S. Cerdeira-Estradad // Computers and Electronics in Agriculture. 2019. Vol. 167. P. 165–172.
8. Куцаева О.А. Создание менеджмент-зон для дифференцированного внесения минеральных удобрений с использованием инструментов геостатистического анализа // Вестник БГСХА. 2020. №2. С. 176–181.
9. Kutsayeva A. Creation of management zones for the purposes of land development at the implementation of precision farming in Belarus / A. Kutsayeva, T. Myslyva // International scientific journal: Baltic surveying. 2020. Vol. 12. P. 1–27.
10. Мыслыва Т.Н. [и др.]. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в Республике Беларусь: проблемы и перспективы развития // Вестник БГСХА. 2017. №2. С. 105–113.

Статья поступила в редакцию 10.02.2021

SEE [http://innosfera.by/2021/03/precision\\_farming](http://innosfera.by/2021/03/precision_farming)