

1. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 631.48

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ДИНАМИКИ И ПРОГНОЗА СВОЙСТВ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

В. В. Лапа, Д. В. Матыченков, Т. Н. Азаренок

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время системы поддержки принятия решений (СППР) в управлении сельскохозяйственным производством в условиях дифференцированной тактики и стратегии развития экономически выгодного, социально приемлемого и экологически допустимого использования почвенных ресурсов нашей страны необходимы для объективного и своевременного обеспечения органов управления информацией об их состоянии, что в современных условиях является приоритетом для продвижения прикладных исследований и инновационных проектов по внедрению достижений науки и техники в практику ведения сельскохозяйственного производства. Применение цифровых технологий значительно расширяет возможности объективной оценки и разработки рекомендаций по повышению производительной способности почвенного покрова республики. В этом отношении в настоящее время востребованы также данные о его пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур, биологических особенностей развития растений, их требованиях к минеральному питанию, о разработанных системах удобрения и наиболее экологически и экономически выгодных полевых севооборотах. Информационная система учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова соединяет в себе базы данных характеристик почв республики и базы знаний. База знаний – совокупность знаний, относящихся к некоторой предметной области и формально представленных таким образом, чтобы на их основе можно было осуществлять рассуждения. Это особого рода база данных, разработанная для оперирования знаниями (метаданными). Она содержит структурированную информацию, охватывающую некоторую область знаний для использования программным обеспечением (или человеком) с конкретной целью. Такие базы содержат в себе не только фактическую информацию, но и правила вывода, допускающие автоматические умозаключения о вновь вводимых фактах (данных) и, как следствие, осмысленную обработку информации [1].

Для создания разрабатываемой системы в республике имеются все объективные предпосылки:

- в РУП «Проектный институт Белгипрозем» и его дочерних подразделениях создается информационный слой «Почвы» в Земельной Информационной Сис-

теме (ЗИС), который содержит крупномасштабные цифровые почвенные карты отдельных землепользователей и на данный момент является отраслевым стандартом по почвенному картографированию в Беларуси;

- функционирует Государственная агрохимическая служба, на которую были возложены задачи по крупномасштабному агрохимическому обследованию почв с периодичностью один раз в 4–5 лет;
- накоплен огромный объем описательной, аналитической, статистической, картографической информации, разносторонне характеризующей компонентный состав почвенного покрова как в масштабе республики, так и в различных административных или природно-хозяйственных регионах;
- в настоящее время в Беларуси проведено 4 тура почвенного и 12 туров агрохимического обследования почв сельскохозяйственных земель.

Особенностью развития современного земледелия является то, что наращивание производства продукции растениеводства приходится осуществлять в условиях ограниченности ресурсов. В данном случае особенно важно максимально задействовать малозатратные нематериальные факторы. К числу таких факторов, являющихся важнейшим резервом повышения продуктивности полей, относится грамотное ведение севооборотов и оптимизации структуры посевных площадей. Основной задачей оптимизации структуры посевных площадей является обеспечение экономического эффекта за счет получения наибольшего количества продукции при наименьших затратах, что означает максимальное использование существующего плодородия почвенного покрова, его актуального состояния и свойств его отдельных компонентов. Причем сделать это необходимо на различных уровнях внутри самого хозяйства: элементарный участок, рабочий участок, севооборот, хозяйство в целом [2].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования явилась информация о почвах СПК «Авангард» Осиповичского района Могилевской области, по материалам корректировки 1995 и 2006 гг. по типовой принадлежности, степени гидроморфизма, гранулометрическому составу почвообразующих и подстилающих пород, характеру строения генетического профиля, и цифровая почвенная карта хозяйства, а также материалы агрохимического обследования за 11, 12 и 13 туры по данному хозяйству, включая карты элементарных и рабочих участков. Объектом исследований также послужили возделываемые сельскохозяйственные культуры, занимающие основную долю в структуре посевных площадей республики и их требования к почвенным условиям, которые определяют пригодность почв. Таким образом, объектом исследований является почвенный покров сельскохозяйственных предприятий с учетом его использования в сельскохозяйственном производстве. Предмет исследований – пригодность почв элементарных участков для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур, пригодность элементарных и рабочих участков для рекомендованных севооборотов, а также взаимосвязь производительной способности почв элементарных участков и воздействия на них различных агротехнологических приемов.

Разрабатываемая система является как информационной базой, так и статистическим инструментом обобщения и изучения почв и почвенного покрова республики на различных уровнях генерализации сведений о свойствах отдельных компонентов почвенного покрова Беларуси [3, 4].

Основные методы, использованные для создания информационной системы учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова: картографический, аналитический, статистические, экспертных оценок, системного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наступает такой период развития почвенной науки применительно к растениеводству, когда одного сбора и обобщения информации о состоянии почвенного покрова становится недостаточно. И, наряду с необходимостью использования всей имеющейся информации о свойствах почв, характере их антропогенной и пространственно-временной трансформации, становятся востребованы данные об их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур, о биологических особенностях развития растений и их требованиях к минеральному питанию, о разработанных системах удобрения и наиболее экологически и экономически выгодных полевых севооборотах. Соединить в себе базу данных количественных характеристик почвенного покрова республики и базу знаний (накопленного опыта по оптимизации условий возделывания требуемых сельскохозяйственных культур) позволяют системы поддержки принятия решений (СППР). Отличительной особенностью создаваемой информационной системы от существующих исследований по оптимизации аграрного землепользования с применением ГИС-технологий является четкая экологическая, экономическая и практическая ориентированность, современная административно-территориальная основа.

В республике, согласно данным 12-го тура агрохимических обследований, существует большой потенциал высокоплодородных почв [5]. Так, в Беларуси насчитывается 40,1 % пахотных почв, входящих в V, VI и VII группы кислотности. Около 25,6 % пахотных почв содержат более 251 мг/кг почвы подвижного фосфора, 32,2 % пахотных почв содержат более 301 мг/кг почвы подвижного калия. Все эти почвы обладают высоким потенциальным плодородием и могут обеспечивать стабильные и высокие урожаи сельскохозяйственных культур в различных, в том числе неблагоприятных по уровню температур и осадков, климатических условиях. Однако наиболее высокоплодородными почвами будут именно те, в которых все основные агрохимические показатели будут высокими. Существует большой процент пахотных почв, в которых один или несколько показателей не достигают своих оптимальных значений, из-за чего итоговая пригодность таких почв для возделывания основных сельскохозяйственных культур снижается. Выявить это может разрабатываемая информационная система учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова. Данная система также может использоваться в сельскохозяйственном производстве в условиях дефицита высококлассных специалистов аграрного профиля. Она учитывает как объективное состояние почвенного покрова, так и весь накопленный опыт по изучению пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом их чередования в севообороте, а также данные по применению удобрений в целях сохранения и увеличения плодородия почв.

Информационная система учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова позволяет создавать различные модели прогнозирования возможных и запланированных показателей достижения определенного уровня пригодности почв. Прогнозирование – установление пригодности почв элементарного участка для возделывания как некоторых сельскохозяйственных культур, так и определенных

севооборотов, оно осуществляется согласно имеющимся или предполагаемым уровням агротехнологического воздействия на почву (применяемые системы удобрений, мелиорация, культуртехнические работы и т.д.). Планирование является установлением необходимого агротехнологического воздействия на почву для достижения заданной пригодности почв элементарного участка для возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры или достижения заданной урожайности сельскохозяйственной культуры.

Используя данные, полученные различными исследователями и отраженные в многочисленных работах по изменению агрохимических характеристик почв различного генезиса и гранулометрического состава, рекомендации, справочники и нормативные материалы, вошедшие в базу знаний разрабатываемой информационной системы учета динамики и прогноза свойств отдельных компонентов почвенного покрова землепользований, становится возможным составлять как прогнозные, так и планируемые модели достижения определенного уровня пригодности почв участка.

Одна из возможных моделей предусматривает внесение фосфорных и калийных удобрений сверх выноса с урожаем для увеличения содержания подвижных форм на 10 мг/кг почвы согласно «Справочнику нормативных материалов для агрохимического окультуривания почв и эффективного использования удобрений» [6]. Так, для данных почв и исходного в них содержания фосфора и калия дозы внесения фосфора варьируют от 55 до 59 кг/га, а калия – в пределах 58–83 кг/га при планируемой урожайности порядка 4 т/га (табл. 1). Согласно этой информации, были получены данные о содержании фосфора и калия через 1 год, через 5 лет и 10 лет работы модели. Эта модель является прогнозной, то есть при заданном уровне агрохимического воздействия на почву элементарного участка определяется его пригодность для возделывания сельскохозяйственной культуры. Ее результаты представлены на рис. 1.

Данная модель показывает, что при соблюдении внесения минимально необходимых доз фосфора и калия за непродолжительное время некоторые элементарные участки могут значительно поднять свой текущий уровень пригодности для возделывания той или иной культуры.

Таблица 1

**Агрохимические показатели элементарных участков СПК «Авангард»
Осиповичского района по данным 13-го тура агрохимических обследований
(фрагмент)**

№ элементарного участка	Содержание подвижных элементов, мг/кг почвы	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
291	157	181
292	77	71
293	88	49
295	126	96
296	86	78
297	93	129
298	106	96
299	154	155
300	214	162
301	112	63

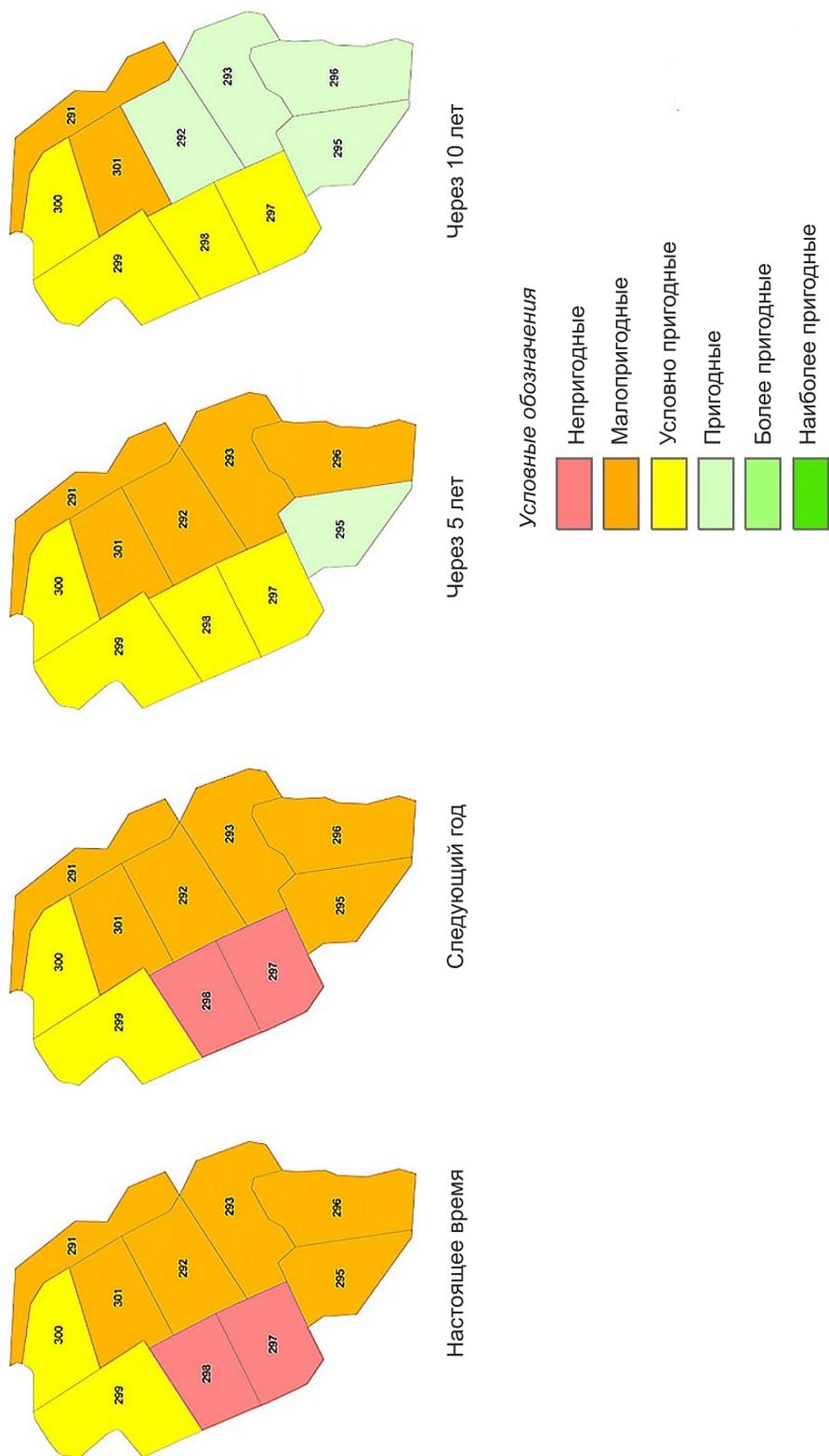


Рис. 1. Пригодность почв элементарных участков СПК «Авангард» Осиповичского района для возделывания озимой ржи согласно прогнозной модели (фрагмент)

Применение различных прогнозных и планируемых моделей дает возможность с минимальным расходом удобрений поддержать наиболее нуждающиеся в повышении существующего уровня плодородия элементарные участки, довести некоторые из них до оптимальных уровней содержания фосфора и калия в течение ротации одного севооборота, а также уменьшить дозы минеральных удобрений для участков с большими запасами подвижных форм элементов питания. Появляется возможность апробировать различные виды моделей (поддерживающие плодородие, природоохранные цели, интенсивные стратегии использования удобрений и мелиорантов и так далее). Это позволяет путем планирования расхода материальных ресурсов на каждом конкретном поле перейти к планированию ведения сельскохозяйственного производства в целом для хозяйства. Кроме этого, появляется возможность создания резерва более пригодных почв за счет создания наиболее окультуренных, обладающих большим запасом питательных веществ, которые позволяют получать высокие урожаи возделываемых культур. Создание таких почв является инвестиционным фактором развития производства для сельскохозяйственного предприятия.

Информационная система учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова позволяет достичь следующих целей (рис. 2):

- создание и поддержка в актуальном состоянии информационных банков данных об отдельных свойствах компонентов почвенного покрова за различные периоды наблюдения: крупномасштабные почвенные карты за различные годы обследования, карты элементарных и рабочих участков, данные об агрохимическом обследовании почв, история полей, данные о агроэкологическом состоянии почв;
- использование накопленных данных о динамике свойств отдельных компонентов почвенного покрова для оптимизации землепользования (оптимальное размещение сельскохозяйственных культур с наименьшими материальными затратами и максимальным использованием существующего плодородия почв, в том числе севооборотов);
- прогнозирование возможности и целесообразности применения различных приемов повышения плодородия почв для наиболее экономически эффективного возделывания сельскохозяйственных культур с учетом текущего состояния почвенного покрова отдельного землепользования (подбор наиболее оптимальных предшественников сельскохозяйственных культур, предложения по оптимальным севооборотам, предложения по изменению существующих элементарных и рабочих участков).

Указанные цели достигаются за счет решения трех основных взаимосвязанных задач: информационной, прогнозной и управленческой. Информационная задача заключается в сборе, систематизации и анализе данных об отдельных компонентах почвенного покрова во времени. Она представлена в системе в виде баз данных и картографического материала. Прогнозная задача предполагает возможность краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного оценивания состояния земель для возделывания тех или иных сельскохозяйственных культур, а также установление тенденций их трансформаций или целенаправленного изменения отдельных свойств почв. Управленческая задача заключается в разработке мероприятий по выбору оптимального использования почвенного покрова в данных условиях, в планировании изменений его свойств для рационального и наиболее экономически выгодного использования земель и почв при сохранении экологической безопасности производства и недопущения различных видов их деградации.

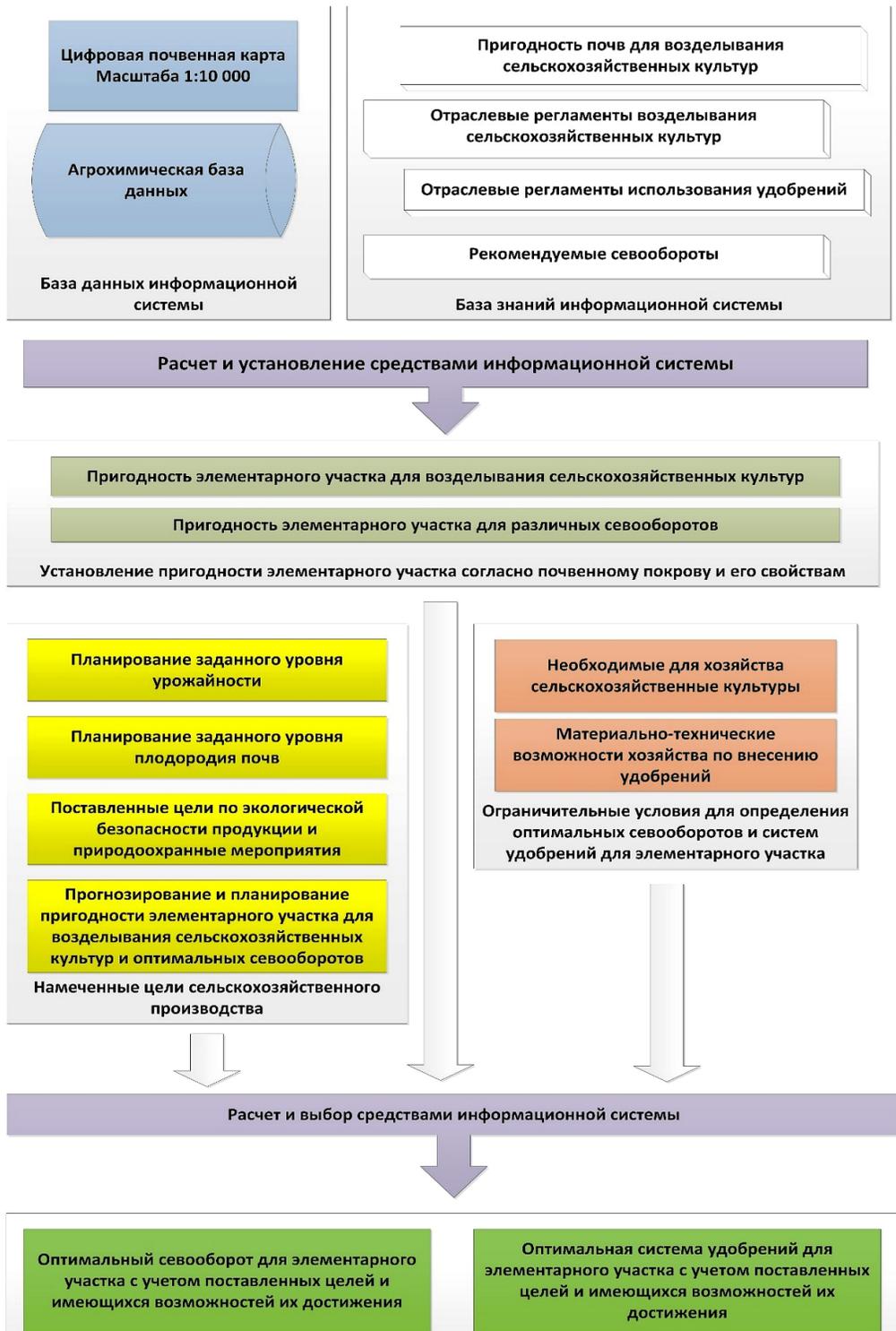


Рис. 2. Функциональная схема информационной системы учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова

ВЫВОДЫ

Различные модели прогнозирования и планирования показателей уровня пригодности почв элементарных участков позволяют достичь поставленных перед сельскохозяйственным предприятием целей. Доказана возможность с минимальным расходом удобрений поддержать наиболее нуждающиеся в повышении существующего уровня плодородия элементарные участки, довести некоторые из них до оптимальных уровней содержания фосфора и калия в течение ротации одного севооборота, в то же время уменьшить дозы минеральных удобрений на участках с большими запасами подвижных форм элементов питания. Планирование расходования материальных ресурсов на каждом конкретном поле позволяет ставить в целом для хозяйства оперативные, краткосрочные и долгосрочные цели и задачи.

Полученные результаты исследований служат фактической базой и моделью для разработки информационной системы учета динамики и прогноза свойств отдельных компонентов почвенного покрова землепользований для наиболее экономически эффективного и экологически безопасного использования почвенных ресурсов. Создаваемая система учета динамики и прогноза свойств отдельных компонентов почвенного покрова землепользований является научно-методическим обеспечением сельскохозяйственного производства. Она позволит с наименьшими материальными затратами существенно повысить экономическую эффективность получения растениеводческой продукции за счет объективного планирования производства с учетом требований к агроэкологическим свойствам почвенного покрова, а также реально отражать количественную необходимость внесения органических и минеральных удобрений, микроэлементов, проведения мероприятий по повышению плодородия почв, мелиоративных и защитных работ, обеспечит дифференцированный подход в использовании почвенных ресурсов и удобрений на планируемую урожайность применительно для каждого поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Матыченков, Д. В.* Информационно-логические схемы банка данных программно-информационного комплекса по оптимизации использования почвенных ресурсов Республики Беларусь / Д. В. Матыченков, Г. С. Цытрон, В. В. Северцов // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2(49). – С. 49–57.
2. Земледелие / П. И. Никончик [и др.]; под ред. П. И. Никончика. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
3. Почвенно-информационные системы в агропочвоведении / В. В. Лапа [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 2(117). – С. 9–12.
4. *Лапа, В. В.* Новые подходы планирования сельскохозяйственного производства на основе экспертных геоинформационных систем / В. В. Лапа, Д. В. Матыченков, Т. Н. Азаренок // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов» им. В. В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – С. 214–217.

5. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 275 с.

6. Справочник нормативных материалов для агрохимического окультуривания почв и эффективного использования удобрений / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 60 с.

INFORMATION SYSTEM FOR DYNAMICS ACCOUNTING AND FORECASTING OF SOIL COVER PROPERTIES

V. V. Lapa, D. V. Matychenkov, T. N. Azarenok

Summary

The information system is aimed at ensuring the optimization of crop requirements for soil cover properties, the ability to predict and adjust its individual properties for use in agricultural production. The created system is a scientific and methodological support for agricultural production and will allow significantly increase the economic efficiency of obtaining crop products with the least material costs.

Поступила 21.10.19

УДК 631.47

ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ

**Л. И. Шибут, Т. Н. Азаренок, О. В. Матыченкова,
С. В. Шульгина, С. В. Дыдышко**

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

По данным «Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь», общая площадь земель страны по состоянию на 1 января 2019 г. составляет 20760 тыс. га [1]. По классификации Госкомимущества Республики Беларусь все земли подразделяются на категории и виды [2]. Категории земель выделяются по основному целевому назначению и принадлежности к тем или иным землепользователям. К ним относятся земли сельскохозяйственных организаций, земли крестьянских (фермерских) хозяйств, земли промышленных организаций, земли организаций автомобильного транспорта, земли организаций природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения, земли организаций, ведущих лесное хозяйство и др. (табл. 1). Из этих категорий земель наибольшие площади занимают земли сельскохозяйс-