- Хейзинга Й. Homo ludens / Человек играющий / Пер. с нидерланд. Д. Сильвестрова. СПб: Изд. Дом «Азбука-классика», 2007. 384 с.
- Шарден П.Т. Феномен человека. М.: Наука, 1987. 378 с.
- Черкашин А.К. Закономерности формирования систем географических знаний как предмет исследования теоретической географии // Системы географических знаний. Матер. IV всеросс. научно-метод. конф. 17-19 ноября 2008 г., г. Иркутск. Иркутск: Изд-во ин-та географии им. В.Б. Сочавы, 2008. С. 8-11.
- Environmental aspects of the activities of transnational corporations: A survey. – N.Y.: United Nations, 1985. – 144 p.
- Hardi P., Pinter L. Models and methods of measuring sustainable development performance // International Institute for Sustainable Development, Canada, 1995.
- Kragne D., Glavic P. A model for integrated assessment of sustainable development // Resources, Conservation and Recycling. Vol. 43, 2005. P. 189-208.
- The United Nations Website [Электронный ресурс]. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml (дата обращения: 12.07.2013).
- Turner A. Introduction to Neogeography. 2006. <http://www.oreilly.com/catalog/neogeography>
- Virtual Laboratory Wiki [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wikia.com/finam.fm/archive-view/3026/> (дата обращения: 12.07.2013).

СИСТЕМА ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

*Г.С. Цытрон, Д.В. Матыченков, О.В. Матыченкова
Институт почвоведения и агрохимии
Минск, Республика Беларусь, 220108 Казинца 90, soil@tut.by*

THE EXPERT SYSTEM OF RATIONAL SOILS USE OF BELARUS

*G.S. Tsytron, D.V. Matychenkov, O.V. Matychenkova
Institute of Soil Science and Agrochemistry
Minsk, Republic of Belarus, 220108 Kazintsa 90, soil@tut.by*

Abstract. The article considers the expert system of rational soils use of Belarus, created on the basis of software and information complexes for soil resources optimizing at the levels of separate enterprises and administrative areas. The developed informational components of this complex was present. The algorithms of their interaction to determine the soil suitability for growing agricultural specific crops and possible output forms for practical use of the results are developed.

Введение. Современные технологии сбора и обработки информации, требуемой для решения производственных и управленческих задач по оптимизации использования почвенных ресурсов Республики Беларусь, необходимы для динамического развития ее аграрного сектора. Система землепользования в стране должна соответствовать почвенно-ресурсному потенциалу ее земель с минимальным количеством различного рода затрат. Технология географических информационных систем (ГИС), инструментальные средства и подходы к получению, обработке, анализу и отображению данных, позволяют решать многие из этих задач. Создаваемая в республике система экспертной оценки рационального использования почв предполагает концентрирование в систематизированном виде накопленной информации о почвенном покрове и его компонентах, знаний и опыта по рациональному использованию почвенных ресурсов в сельскохозяйственном производстве [Матыченков, 2006, Цытрон, 2011].

Основным потребителем данной информации у нас в республике является сельское хозяйство, так как именно почвы представляют собой главное и пока единственное средство производства растениеводческой продукции. А поскольку в условиях интенсивного антропогенного воздействия на почвы происходит ускоренная трансформация их составов и свойств и, как следствие, уровня производительной способности, то при применении современных интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, возрастает необходимость в знании и умении использования информации о современном агроэкологическом состоянии почвенного покрова на разных уровнях землепользования.

Одной из возможностей применения накопленной информации о почвенных ресурсах страны является создание экспертных информационных систем для целей оптимизации их использования.

В настоящее время использование информационных технологий и, в частности, ГИС-технологий для поддержки принятия решений по управлению сельскохозяйственным производством в целях повышения его эффективности является приоритетным для органов государственного управления и выступает в качестве

предмета ряда научных исследований [Матыченков, 2011, Цытрон, 2011, Солодухин, 2013 и др.]. Поэтому цель данной публикации состоит в показе возможности использования инвентаризированной с помощью ГИС-технологий информации о почвах для оптимизации землепользования как в Республике Беларусь, так и в отдельных хозяйственно-административных единицах на примере Солигорского района Минской области и СПК «Большевик-агро» Солигорского района.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования явились:

- информация о всем разнообразии почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь согласно новой классификации почв, инвентаризированная в Почвенной Информационной Системе Беларуси (ПИСБ). В зависимости от уровня обобщения информации (республика – область – район – хозяйство – рабочий участок) использованы различные классификационные единицы (от типа до разновидности). Учитывались различия по типовой принадлежности почв, по режиму увлажнения и степени их гидроморфизма, гранулометрическому составу почвообразующих и подстилающих пород, характеру строения генетического профиля и их современному агроэкологическому состоянию.

Почвенная Информационная Система Беларуси (ПИСБ) является геоинформационной системой, со следующими атрибутами и свойствами:

- картографической основой;
- семантическими данными;
- реляционными связями;
- возможностями математических операций над данными;
- системами ввода и вывода данных;
- работа с табличными и картографическими данными,

и, по сему, является базой, а также статистическими инструментами обобщения и изучения почв и почвенного покрова республики на различных уровнях генерализации о свойствах отдельных компонентов почвенного покрова Беларуси;

- информация о почвах Солигорского района Минской области, а также СПК «Большевик-агро» того же административного района, инвентаризированная в ПИСБ;

- сельскохозяйственные культуры, возделываемые в республике и занимающие основную долю в структуре ее посевных площадей, а также их требования к почвенным условиям [Шибут, 2010, Лапа 2011].

Основными методами, использованными для создания объединенной информационной базы данных характеристики компонентного состава почвенного покрова и пригодности его отдельных компонентов для различных целей сельскохозяйственного производства, являлись: картографический, аналитический, статистические, экспертные оценки, системного анализа.

Результаты исследований. В основе системы экспертной оценки рационального использования почв Беларуси лежат знания специалистов и их практический опыт в области определения пригодности почвенного покрова для различного его использования. Одной из главных практических областей является пригодность почв для возделывания различных сельскохозяйственных культур: характеристика современного состояния почвенного покрова сельскохозяйственных земель территории определенного уровня обобщения Почвенной Информационной Системы Беларуси по типам почв, режиму и степени увлажнения, гранулометрическому составу почвообразующих пород, характеру строения профиля и современному агроэкологическому состоянию почв.

Поэтому все материалы фондовые, литературные и исследований нашего института по данному вопросу были собраны в единую базу данных в виде справочников и наборов правил оценки состояния почвенного покрова для объединенного информационного банка данных компонентного состава почвенного покрова на различных уровнях землепользования.

Проведенные многолетние исследования показали, что в условиях Беларуси производительная способность пахотных земель определяется, главным образом, типовыми различиями почв, режимом и степенью их увлажнения, гранулометрическим составом почвообразующих и подстилающих пород [Смеян, 1980]. Этим характеристикам почв при исследованиях уделялось основное внимание.

На пригодность возделывания определенных культур влияет также и современное агроэкологическое состояние почв (степень подверженности процессам эрозии, агрохимическая окультуренность почв и др.).

Анализ агропроизводственных группировок почв в Беларуси [Смеян, 1974, Шибут, 2010] и странах ближнего зарубежья [Булгаков, 2002, Крупеников, 1960 и др.] показал, что все их можно объединить в две большие группы: общие и частные. Общие группировки почв – это объединение почвенных классификационных выделов на основе комплекса сходных почвенных свойств или по общим растениеводческим качествам с целью разработки и проведения мероприятий по их использованию и улучшению. Частные группировки – это объединение почвенных классификационных единиц на основе характеристик, определяющих пригодность почв для возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры.

Сельскохозяйственные культуры, благодаря своим биологическим особенностям, по-разному реагируют на уровень плодородия тех почв, на которых они возделываются, определенным образом изменяя свою урожайность. Одни из них очень чувствительны и требовательны к условиям произрастания (пшеница, ячмень, лен, рапс, сахарная свекла) и дают хорошие урожаи только на плодородных почвах, другие менее требовательны (озимая рожь, овес, люпин, картофель) и могут давать неплохие урожаи на разных по

плодородию почвах [Смеян, 2004]. Знание степени пригодности почв под культуры является необходимым для правильного их размещения по полям и участкам и формирования оптимальной структуры посевных площадей в хозяйствах.

Поэтому, кроме общей агропроизводственной группировки почв республики по пригодности под сельскохозяйственные культуры, важное значение в современных условиях имеют частные (специализированные) группировки для каждой из культур в отдельности с учетом их индивидуальных требований к свойствам почв.

Исходная информация о характеристиках компонентов почвенного покрова, влияющих на их пригодность для возделывания определенных сельскохозяйственных культур, находится в атрибутивной части электронных почвенных карт ПИСБ. Нашей задачей являлось извлечь эту информацию, представить ее в удобном для обработки виде, и представить в качестве оценки пригодности почвенного покрова конкретного полигона для возделывания определенных сельскохозяйственных культур.

Для упрощения обработки и организации массивов почвенных полигонов в различные агропроизводственные группы, целесообразно произвести специальную дополнительную разбивку поля классификационной принадлежности почвенного полигона на дополнительные сопутствующие поля: тип почв, режим и степень увлажнения, гранулометрический состав почвообразующих, гранулометрический состав подстилающих пород, глубина подстилания, агроэкологическое состояние. Это позволит в дальнейшем наиболее рациональным путем осуществлять присоединение почв к соответствующей агрогруппе.

Отобранные показатели исчерпывающе отражают пригодность почв для возделывания различных культур и позволяют оценить их производительную способность. В то же время эти дополнительные поля являются реляционными связями с создаваемыми справочниками базы знаний. В дальнейших исследованиях будет проводится уточнение пригодности почвенного покрова под сельскохозяйственные культуры на более низких уровнях обобщения ПИСБ, что вызовет необходимость введения дополнительных полей: агрохимическое состояние по отдельным показателям, культуртехническое состояние и т.д.

Таким образом, в Почвенную Информационную Систему Беларуси вводятся специальные дополнительные поля базы данных, определяющие качественную характеристику почвенного покрова на различных уровнях обобщения, необходимые для адаптации существующей информационной системы для целей рационального использования земель республики.

Система экспертной оценки рационального использования почв на основе геоинформационной системы характеристики почвенного покрова Республики Беларусь является формализованной. Она состоит из базовых элементов – программно-информационных комплексов по оптимизации использования почвенных ресурсов на уровне отдельных предприятий и административных районов. Используя средства и методы геоинформационных технологий по коллекционированию и сведению данных ПИК отдельных сельскохозяйственных предприятий, а также отдельных административных районов, предложен способ объединения их в общий банк данных (рис. 1).

Рисунок 1. Структура банка данных программно-информационного комплекса по оптимизации использования почвенных ресурсов Беларуси

В силу того, что картографическая и атрибутивная информация для создаваемых ПИК имеет общие поля баз данных (как используемые в ПИСБ, так и дополнительные), а также общую для всех уровней обобщения Базу знаний, становится возможным стандартными средствами геоинформационных систем объединять их в общий банк данных. Так как структура исходных данных является идентичной, а База знаний является общей, то такой банк данных является единой информационной системой с возможностью установления пригодности почвенного покрова для возделывания сельскохозяйственных культур всех входящих в него территориальных единиц. Появляется возможность, при наличии соответствующих исходных данных, устанавливать пригодность почвенного покрова для определенной сельскохозяйственной деятельности на более высоком уровне, чем исходные данные, и, в то же время с большей детальностью. Таким образом, основными составляющими системы экспертной оценки рационального использования почв Беларуси являются: Базы данных на основе ПИСБ отдельных землепользователей и административных районов республики, База знаний, включающая в себя Справочники, наборы правил и алгоритмы определения пригодности почвенного покрова для возделывания сельскохозяйственных культур, ПИК использования почвенных ресурсов отдельных землепользователей и административных районов, средства объединения полученных на каждом уровне данных о свойствах почвенного покрова в единый банк данных, выходные формы для подачи полученной информации потребителю или заказчику.

Основой созданного программно-информационного комплекса по оптимизации использования почвенных ресурсов в сельскохозяйственном производстве на уровне отдельного сельскохозяйственного предприятия на примере СПК «Большевик-агро» Солигорского района Минской области служит банк данных, который является числовым отражением как качественных характеристик, так и количественных показателей свойств компонентов почвенного покрова данного хозяйства. Банк данных состоит из баз компонентов: Базы данных и Базы знаний

База данных предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой задачи: определения пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур. Этот термин совпадает по названию, но не по смыслу с термином, используемым в информационно-поисковых системах и системах управления базами данных (СУБД) для обозначения всех данных, хранимых в системе (в нашем случае в ПИСБ).

Для учета требований сельскохозяйственных культур к агроэкологическому состоянию и агрохимическим свойствам почвенного покрова проведено уточнение качественных и количественных характеристик введенных дополнительных полей по агрохимическим и физико-химическим свойствам его отдельных компонентов.

В результате, для определения пригодности почвы под конкретную сельскохозяйственную культуру с учетом ее агроэкологического и агрохимического состояния в базу данных характеристики почвенного покрова вводятся дополнительные поля: «Кислотность», «Гумус», «Фосфор», «Калий», «Эродированность», «Завалуненность». Введенные поля необходимы для последующего уточнения соответствия параметров поля «Агроэкологическое состояние» первой версии «Справочника определения степени пригодности почв для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частной агрогруппировки почв». Они фактически дублируют уже существующие поля ПИСБ, но введены для удобства использования в последующих этапах компьютерной обработки информации в создаваемом программно-информационном комплексе.

Введенные дополнительные поля в базе данных характеристики почвенного покрова и дополнения в справочниках определения пригодности, позволяют установить пригодность конкретного почвенного полигона для возделывания определенной сельскохозяйственной культуры с максимальной достоверностью. При этом учитываются не только генетические особенности почвы, но и современное ее состояние, выраженное в количественных показателях. Данная процедура позволяет также выявить непригодные и малопригодные для выращивания конкретной сельскохозяйственной культуры почвы исходя из их современного состояния, но которые по своим генетическим признакам отнесены в группы пригодных.

Важнейшими источниками информации по агрохимическим свойствам почвенного покрова являются картосхемы агрохимического обследования почв по элементарным рабочим участкам. Методом наложения карт элементарных рабочих участков и крупномасштабной почвенной карты (четвертый уровень обобщения – сельскохозяйственное предприятие) с одновременным присвоением полученным полигонам агрохимического и агроэкологического состояния становится возможным с очень большой точностью определить пригодность конкретных полей хозяйства для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частных агропроизводственных группировок почв с учетом требовательности данных культур к агроэкологическим и агрохимическим условиям.

Таким образом, база данных программно-информационного комплекса по оптимизации использования почвенных ресурсов Республики Беларусь включает в себя (рис. 1):

- 1) электронную почвенную карту соответствующего уровня обобщения Почвенной Информационной Системы Беларуси;
- 2) атрибутивные данные к электронной почвенной карте;
- 3) дополнительные данные, необходимые для определения пригодности компонентов почвенного покрова полигонов почвенных карт Почвенной Информационной Системы Беларуси для выращивания сельскохозяйственных культур на основе общей и частных агропроизводственных группировок (в том числе с учетом требовательности сельскохозяйственных культур к уровню агрохимического плодородия почв и их агроэкологическому состоянию), которые представлены следующими полями атрибутивных данных: «Тип почв», «Характер и степень увлажнения», «Гранулометрический состав почвообразующих пород», «Гранулометрический состав подстилающих пород», «Глубина подстилания», «Кислотность», «Гумус», «Фосфор», «Калий», «Эродированность», «Завалуненность».

Созданная база данных является фактической основой создаваемого программно-информационного комплекса по оптимизации использования почвенных ресурсов в сельскохозяйственном производстве и является числовым отражением как качественных характеристик, так и количественных показателей свойств почвенного покрова конкретного уровня хозяйствования.

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). База знаний содержит структурированную информацию, охватывающую некоторую область знаний, для использования программным обеспечением (или человеком) с конкретной целью. Базы знаний 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.

В конкретном случае База знаний программно-информационного комплекса по оптимизации использования почвенных ресурсов Республики Беларусь включает в себя (рис. 1):

- 1) Справочник определения агрогруппы почвенного полигона на основе общей агрогруппировки почв;
- 2) Справочник степени пригодности почв определенной агрогруппы для выращивания сельскохозяйственных культур;
- 3) Справочники определения степени пригодности почв для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частной агрогруппировки почв с учетом показателей требовательности отдельных культур к уровню агрохимического плодородия почв и их агроэкологическому состоянию (созданы для следующих культур: озимая пшеница, озимое тритикале, яровая пшеница, ячмень, лен, сахарная свекла, озимый рапс);
- 4) Набор правил определения пригодности компонентов почвенного покрова полигонов почвенных карт Почвенной Информационной Системы Беларуси для выращивания сельскохозяйственных культур на основе общей и частных агропроизводственных группировок;
- 5) Алгоритмы матричного сравнения атрибутивной информации почвенного полигона и «Справочника определения агрогруппы почвенного полигона на основе общей агропроизводственной группировки почв»;

6) Алгоритмы матричного сравнения атрибутивной информации почвенного полигона и «Справочника определения пригодности почв для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частной агропроизводственной группировки почв с учетом показателей требовательности отдельных культур к уровню агрохимического плодородия почв и их агроэкологическому состоянию».

В случае определения пригодности компонентов почвенного покрова для возделывания сельскохозяйственных культур на основе общей агропроизводственной группировки алгоритм состоит в следующем (рис. 2):

Рисунок 2. Информационно-логическая схема определения пригодности почвенного покрова для выращивания сельскохозяйственных культур на основе общей агропроизводственной группировки почв

первое – для установления принадлежности почвы полигона к определенной агрогруппе общей агропроизводственной группировки производится матричное сравнение атрибутивной информации полигона и «Справочника определения агрогруппы почвенного полигона на основе общей агропроизводственной группировки почв». Матричное сравнение данных проводится по определенным алгоритмам. Алгоритмы матричного сравнения включают в себя сравнение значений полей «Тип почв», «Характер и степень увлажнения», «Гранулометрический состав почвообразующих пород», «Гранулометрический состав подстиляющих пород», «Глубина подстиляния» атрибутивной информации почвенного полигона и соответствующих полей «Справочника определения агрогруппы почвенного полигона на основе общей агрогруппировки почв». При полном совпадении соответствующих полей как в атрибутивной таблице почвенного полигона, так и в Справочнике определения пригодности, данному полигону присваивается соответствующий номер агрогруппы;

второе – производится выборка для соответствующей агрогруппы и необходимой культуры (озимая рожь, озимая пшеница, озимое тритикале, яровая пшеница, ячмень, овес, кормовой люпин, вика, пелюшка, лен, сахарная свекла, корнеплоды, рапс, картофель, кукуруза, клевер, люцерна, многолетние злаковые травы) из «Справочника пригодности почв определенной агрогруппы для выращивания сельскохозяйственных культур». То есть производится присоединение к атрибутивным данным полигона с уже установленной агрогруппой соответствующей части «Справочника степени пригодности почв определенной агрогруппы для выращивания сельскохозяйственных культур». В итоге конкретному полигону присваивается соответствующая пригодность для возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры.

Для определения пригодности почвы полигона почвенной карты на основе частной агропроизводственной группировки производится (рис. 3):

Рисунок 3. Информационно-логическая схема определения пригодности почвенного покрова для выращивания сельскохозяйственных культур на основе частной агропроизводственной группировки почв с учетом агроэкологического состояния

- матричное сравнение атрибутивной информации полигона и «Справочника определения пригодности почв для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частной агропроизводственной группировки почв». В каждом случае берется необходимый справочник, созданный для конкретной сельскохозяйственной культуры (озимая пшеница, озимое тритикале, яровая пшеница, ячмень, лен, сахарная свекла, озимый рапс). При полном совпадении соответствующих полей как в атрибутивной таблице почвенного полигона, так и в Справочнике определения пригодности, данному полигону присваивается степень пригодности для возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры без учета ее требовательности к уровню агрохимического плодородия почв и их агроэкологическому состоянию, что и отмечается;

- при наличии данных агрохимического и агроэкологического состояния почвенного покрова полигона производится проверка его соответствия оптимальным параметрам возделывания для данной культуры. Проверка производится сравнением величины значений полей «Кислотность», «Гумус», «Фосфор», «Калий», «Эродированность», «Завалунность» со значениями соответствующих полей «Справочника определения степени пригодности почв для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частной агропроизводственной группировки почв» с учетом показателей требовательности отдельных культур к уровню агрохимического плодородия почв и их агроэкологическому состоянию. В случае удовлетворения показателей свойств почв полигона заданным оптимальным условиям, в атрибутивную таблицу данного полигона добавляется поле, содержащее логическое утверждение «Да» (соответственно для каждого агрохимического и агроэкологического показателя). В случае неудовлетворения заданным оптимальным показателям, заносится логическое утверждение «Нет». Далее проводится проверка удовлетворения всем необходимым оптимальным параметрам (в сумме по всем показателям). Если все показатели удовлетворяют

оптимальным условиям, то в поле «Общее агроэкологическое состояние» заносится логическое «Да». Если же хотя бы один из показателей, не удовлетворяет заданным оптимальным показателям, в данное поле заносится логическое «Нет». Таким образом, при совпадении всех полей атрибутивных данных почвенного полигона и после проверки на соответствие оптимальным значениям для каждой конкретной культуры, при положительном значении показателя «Общее агроэкологическое состояние», данному почвенному полигону присваивается степень пригодности для возделывания отдельной сельскохозяйственной культуры с учетом ее требовательности к уровню агрохимического плодородия почв и их агроэкологическому состоянию. При необходимости процедура матричного сравнения проводится для всех необходимых культур.

На уровне административного района программно-информационный комплекс по оптимизации использования почвенных ресурсов Республики Беларусь создан на примере Солигорского района Минской области. В его основе также лежит банк данных, состоящий из двух компонентов: Базы данных и Базы знаний.

База данных состоит из цифровой почвенной карты Солигорского района (М 1:50 000), атрибутивных данных к цифровой почвенной карте, информации о почвенных разрезах, сделанных на территории района, сведений об агроэкологических условиях, которые были прикреплены к конкретным почвенным полигонам карты, дополнительных полей к характеристикам почвенных полигонов: «Тип почв», «Характер и степень увлажнения», «Гранулометрический состав почвообразующих пород», «Гранулометрический состав подстилающих пород», «Глубина подстилания», «Кислотность», «Гумус», «Фосфор», «Калий», «Эродированность», «Завалуненность». Показатели, отражающие агроэкологическое состояние почвенного покрова были внесены только для тех почвенных полигонов, для которых существовала исходная информация.

База данных предназначена для хранения исходной и промежуточной информации решаемой задачи: определения пригодности почв для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур.

База знаний, как было уже указано выше, является единой для всей системы экспертной оценки рационального использования почв на основе Почвенной Информационной Системы Беларуси независимо от уровня обобщения.

Как для ПИК отдельного сельскохозяйственного предприятия, так и для ПИК на уровне административного района, таким же способом и по тем же алгоритмам производится установление пригодности почвенного покрова района для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур. В итоге, каждому почвенному полигону цифровой почвенной карты Солигорского района Минской области была присвоена пригодность для возделывания сельскохозяйственных культур на основе общей агропроизводственной группировки почв, а также на основе частных агропроизводственных группировок почв для конкретных сельскохозяйственных культур, в том числе с учетом агроэкологических условий, где были необходимые для этого исходные данные.

Главной целью создания системы экспертной оценки рационального использования почв является представление информации о пригодности почвенного покрова конкретного региона для возделывания определенных сельскохозяйственных культур. Представить эту информацию потребителю можно как в графической форме (картограммы, картодиаграммы), так и в табличном виде.

На примере созданных программно-информационных комплексов нами были разработаны следующие формы представления конечной информации:

1) картограммы агропроизводственных группировок почв по их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур (рис.4);

2) картосхемы пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур на основе общей агропроизводственной группировки почв (отдельно для каждой культуры: под озимую рожь, озимую пшеницу, озимое тритикале, яровую пшеницу, ячмень, овес, кормовой люпин, горох, вику, пелюшку, лен, сахарную свеклу, корнеплоды, рапс, картофель, кукурузу, клевер, люцерну и многолетние злаковые травы) (рис.5);

3) картосхемы пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур на основе частных агропроизводственных группировок почв (отдельно для следующих культур: озимую пшеницу, озимое тритикале, яровую пшеницу, ячмень, лен, сахарную свеклу, озимый рапс) (рис.6);

4) картодиаграммы агропроизводственных группировок почв по их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур как для данной территории в целом, так и для отдельных ее фрагментов (зависит от уровня обобщения ПИСБ и конкретной поставленной задачи исследования);

5) диаграммы площадей (в гектарах или процентах) пригодных почв для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур (на основе общей или частных агропроизводственных группировок почв) как для всей территории в целом, так и для отдельных ее участков (зависит от конкретно поставленной задачи) (рис. 8);

6) комбинированные картограммы и картодиаграммы;

7) таблицы площадей агропроизводственных группировок почв по их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур;

Агропроизводственные
группы почв*

* Согласно рекомендациям «Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур», В.В. Лапа и др. 2011 г.

Рисунок 4. Картограмма распределения агропроизводственных группировок почв СПК «Большевик-агро» Солигорского района для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур

Рисунок 5. Картограммы пригодности почв Солигорского района (фрагмент) для выращивания сельскохозяйственных культур (на основе общей агропроизводственной группировки почв)

Рисунок 6. Картосхема пригодности почв СПК «Большевик-агро» Солигорского района для возделывания озимой пшеницы на основе частной агропроизводственной группировки почв (без учета агроэкологических условий) (тональная заливка контуров почв различной степени пригодности)

8) таблицы площадей пригодных почв на основе общей агропроизводственной группировки почв (отдельно для следующих культур: озимую пшеницу, озимое тритикале, яровую пшеницу, ячмень, лен, сахарную свеклу, озимый рапс);

9) таблицы площадей пригодных почв для возделывания сельскохозяйственных культур на основе частных агропроизводственных группировок почв (отдельно для следующих культур: озимую пшеницу, озимое тритикале, яровую пшеницу, ячмень, лен, сахарную свеклу, озимый рапс);

Выводы. Таким образом, в результате проведенных исследований:

- созданы программно-информационные комплексы по оптимизации использования почвенных ресурсов отдельного землепользования на примере СПК «Большевик-агро» Солигорского района, а также самого Солигорского района Минской области;

- определены основные этапы и методы установления пригодности почвенного покрова для возделывания сельскохозяйственных культур с использованием информационной основы ПИСБ, Базы знаний ПИК Беларуси, а также алгоритмов взаимодействия их информационной составляющей;

- проведена оценка степени пригодности почвенного покрова отдельного землепользования и административного района для возделывания сельскохозяйственных культур;
- предложены конкретные выходные формы для практического использования полученной информации о пригодности почвенного покрова для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур.

Система экспертной оценки рационального использования почв разработана на основе Почвенной Информационной Системы Беларуси. Базовыми элементами данной системы являются программно-информационные комплексы по оптимизации использования почвенных ресурсов на уровне отдельных предприятий и административных районов.

Применение данной разработки позволит уйти от разрозненных бумажных носителей информации о состоянии почвенного покрова и его использовании для различных целей к современным методам сбора, ввода, хранения и использования этой информации с помощью ГИС-технологий, что позволит специалистам различных уровней землепользования Министерства сельского хозяйства и продовольствия оперативно принимать решения по экономически выгодному и экологически безопасному использованию почвенных ресурсов страны.

Библиографический список

- Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2002. – 252 с.
- Крупеников И.А., Урсу А.Ф. Агропроизводственная группировка почв правобережья Южной Молдавии. Тр. Почв. ин-та им. Н.А. Димо. Кишинев, 1960. – Вып. IV.
- Лапа В.В., Цыtron Г.С., Шибут Л.И. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации. Минск, 2011 – 65 с.
- Матыченков Д.В., Цыtron Г.С., Северцов В.В. Возможности применения почвенной информационной системы Беларуси в практических целях. Плодородие почв и эффективное применение удобрений. Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. 05-08 июля 2011 г. Минск, 2011. С. 82-84.
- Смеян Н.И. Пригодность почв БССР под основные сельскохозяйственные культуры. Минск: Ураджай, 1980. 175 с.
- Смеян Н.И., Соловей И.Н. Агропроизводственная группировка почв Белорусской ССР. Почвы Белорусской ССР. Минск: Ураджай, 1974. С. 230-233.
- Смеян Н.И., Шибут Л.И., Цыtron Г.С., Шульгина С.В. Типовые различия почв Беларуси и их качественная оценка // Почвоведение и агрохимия. Минск, 2004. Вып. 33. С. 21-27.
- Солодухин А.А., Гетманский М.Ю., Штельмах Е.П. Геоинформационная система управления сельскохозяйственным предприятием. ИнтерКарто/ИнтерГИС-19: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы Международной конференции, Курск, Богота (Колумбия), 2-7 февраля 2013 г. Курск, 2013. С.193-197.
- Цыtron Г.С., Матыченков Д.В., Северцов В.В. Методические указания по созданию Почвенной Информационной Системы Беларуси. Минск, 2011. 48 с.
- Шибут Л.И., Цыtron Г.С., Матыченкова О.В. Агропроизводственная группировка почв по их пригодности под отдельные культуры. Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции и IV съезда почвоведов. Минск, 2010. Ч. 1. С. 208-210.