

УДК 631.4 004.75

Расчет нормативной урожайности зерновых культур в Информационной системе ПГБД России¹

Алябина И.О., Кириллова В.А., Голозубов О.М., Шоба С.А.

МГУ им. М.В. Ломоносова

Аннотация

Создана «Подсистема расчета нормативной урожайности зерновых культур в Информационной системе ПГБД РФ» (http://gis.soil.msu.ru/soil_db/assessment/). Подсистема является интернет-ресурсом и функционирует в режиме on-line (реализована также мобильная версия). Расчеты производятся на основании оперативных данных агрохимических наблюдений, архивных данных почвенных обследований, хранящихся в региональных почвенных дата-центрах, и другой необходимой информации. Территория возможных расчетов – Ростовская область.

Выработка принципов использования ПГБД РФ для решения практических задач ведения реестра почвенных ресурсов, почвенно-экологического мониторинга, кадастровой оценки земель, оптимального природопользования на региональном и общенациональном уровнях является на настоящий момент важнейшим направлением развития Информационной системы ПГБД. Осуществление этого возможно за счет расширения функциональности системы для теоретических и прикладных приложений и использования созданной и функционирующей распределенной сети почвенных дата-центров.

Созданный алгоритм является реализованным примером автоматизированного извлечения знаний из накопленных и организованных данных (Data Mining).

Ключевые слова: ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ, РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СЕТЬ ПОЧВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ, АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ОНЛАЙН

Введение

Развитие Информационной системы Почвенно-географической базы данных России (ИС ПГБД) и расширение ее функциональности, продолжающиеся на протяжении всех последних лет, являются объективно необходимыми, поскольку уже не вызывает сомнений тот факт, что применение информационных технологий для обработки данных и инвентаризации почв, осуществления мониторинга состояния почвенного покрова и

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ – проект № 15-04-03564

принятия управленческих решений – это важнейшая задача мирового почвоведения. Создание баз данных (БД) по почвенным ресурсам, в том числе на основе геоинформационных систем (ГИС), и их использование в целях решения конкретных практических задач получило достаточно широкое распространение в последние десятилетия. В ряде стран в этом направлении достигнуты определенные успехи. В первую очередь, это относится к государствам Западной Европы и Австралии [34, 37-39].

В России, начиная с конца 70-х годов прошлого столетия, был создан целый ряд почвенных информационных систем [18, 32, 20, 27, 35]. Информационная система на основе Почвенно-географической базы данных России была зарегистрирована в 2013 г. [28]. Это явилось логическим развитием проекта «Почвенно-географическая база данных России», работы над которым были начаты в 2005 г. [30] и получили активное развитие в дальнейшем [5, 6, 31; 17; 29; 42].

Целью проекта было заявлено создание научно-технической основы государственной стратегии устойчивого рационального землепользования, мониторинга состояния почвенного покрова, охраны почв, формирования государственных стандартов качества и систем сертификации почв. В основу создания и функционирования ПГБД положены принципы постоянной пополняемости, открытости и общедоступности БД. Объединение почвенной информации осуществляется на базе цифровых карт с использованием ГИС-технологий. К началу осуществления проекта стало очевидно, что назрела крайняя необходимость компьютерной инвентаризации почвенной информации России с использованием современных ГИС-технологий, появились публикации, ставящие эту проблему и предлагающие варианты ее решения [4, 8, 21, 26], а также вышел CD «Земельные ресурсы России» [43].

Современное развитие информационных технологий, появление реально работающих информационных систем отраслевого и регионального уровня в России поставили перед разработчиками проекта ряд актуальных задач [2]. Прежде всего, это задачи, связанные с формированием в стране общенациональной сети почвенной информации и включением в нее всех держателей первичных данных, то есть развитием национальной сети почвенных информационных центров и подключением региональной информации к ПГБД РФ [41]. Успешное решение их напрямую связано с вопросами расширения информационной структуры ПГБД РФ, выработки стандартов информационного обмена [36, 40]. Работы в этом направлении осуществляются на основе Информационной системы ПГБД [28], ее возможности в полной мере отвечают идеологии

программы Глобального почвенного партнерства ФАО, участником которой РФ является с 2012 года. В основу программы положены принципы распределенного хранения почвенной информации в локальных почвенных дата-центрах, то есть местах сбора первичной информации, и обмена данными, представленными в сети в сопоставимом виде, «по запросу» в режиме онлайн с использованием открытых информационных каналов пространственно-атрибутивной информации. В настоящее время, в соответствии с важнейшим направлением развития ИС ПГБД, на ее основе создана и функционирует распределенная сеть, включающая в качестве локальных почвенных дата-центров, наряду с ПГБД, агрохимцентры «Ростовский», «Белгородский» и Южный Федеральный университет (ЮФУ), являющиеся держателями цифровых данных мониторинга плодородия и архивных почвенных обследований. ИС ПГБД в качестве координатора обеспечивает функционирование сети, разработку и распространение соответствующих международному уровню стандартов описания, хранения, представления и обмена почвенной информацией за счет использования специализированных программ, адаптированных к региональным особенностям. Отработка этих алгоритмов позволит перейти к более широкому информационному обмену почвенными данными и включению ПГБД РФ в международную сеть Глобального почвенного партнерства.

Другим актуальным направлением развития является выработка принципов использования ПГБД РФ для решения практических задач ведения реестра почвенных ресурсов, почвенно-экологического мониторинга, кадастровой оценки земель, оптимального природопользования на региональном и общенациональном уровнях. Осуществление этого возможно за счет расширения функциональности системы для теоретических и прикладных приложений. Как уже было показано [2], механизм использования ПГБД РФ для решения практических региональных задач заключается в предоставлении на региональный уровень запрашиваемой информации вместе с описанием классификатора для именных шкал или указанием метода для количественных показателей.

Существуют многочисленные методики, алгоритмы и диалоговые программы [14, 15, 16, 19 и другие], нацеленные на решение конкретных практических задач. Однако главная проблема состоит в необходимости перехода от интерактивных экспертных систем к автоматизированному извлечению знаний из накопленных и организованных данных (Data Mining).

На основе ИС ПГБД уже начато формирование библиотеки интеллектуальных

запросов в региональных почвенных дата-центрах для формирования «на лету» почвенной информации о пространственном объекте заданного периода времени и степени наполненности. За этим следует создание алгоритмов и моделей вычисления, библиотеки методов интеллектуального анализа для решения практических задач [2, 11].

Разработке одного из таких алгоритмов, направленного на онлайн расчет нормативной урожайности зерновых культур в ИС ПГБД, посвящена настоящая статья.

Материалы, объекты и методы исследования

Н о р м а т и в н а я у р о ж а й н о с т ь. Величина нормативной урожайности зерновых культур лежит в основе определения кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в соответствии с «Методическими указаниями по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения», утвержденными Приказом Минэкономразвития РФ от 20.09.2010 № 445 [10].

До принятия этого документа кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения в стране осуществлялась в соответствии с первой методикой, принятой в 2001 г. и основанной на использовании фактических данных по урожайности и затратам. Однако специалисты [22, 23] указывали на необъективность такого подхода и то, что он противоречит «Методическим рекомендациям по определению рыночной стоимости земельных участков», утвержденным распоряжением Минимущества России от 6 марта 2002 г. № 568-р. В соответствии с этим документом при оценке рыночной стоимости сельскохозяйственных угодий методом сравнения продаж и доходным методом следует учитывать плодородие земельного участка, определяемое качественными характеристиками почвенного слоя земельного участка (содержание питательных веществ, влагообеспеченность, аэрация, механический состав, структурный состав, кислотность и др.), рельефом, микроклиматом, а также влиянием экологических факторов [9].

В основе «Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения», действующих в настоящее время, лежит определение в разрезе почвенных разновидностей нормативной урожайности каждой сельскохозяйственной культуры из состава перечня культур. Величину нормативной урожайности сельскохозяйственных культур получают путем применения коэффициентов перевода к значению нормативной урожайности зерновых культур, рассчитываемой по формуле [3]:

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

$$Y_n = 33,2 \times 1,4 \times \frac{АП}{10,0} \times K1 \times K2 \times K3 \times K4, \quad (1)$$

где:

Y_n – нормативная урожайность зерновых культур, ц/га;

АП – величина агроклиматического потенциала по агроклиматической подзоне для зерновых культур;

10,0 – базовое значение величины АП;

33,2 – нормативная урожайность (ц/га) зерновых культур на эталонной почве, соответствующая нормам зональных технологий при базовом значении АП (10,0);

1,4 – коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания культур;

$K1... K4$ – поправочные коэффициенты:

$K1$ – на содержание гумуса в пахотном слое;

$K2$ – на мощность гумусового горизонта;

$K3$ – на содержание физической глины в пахотном слое;

$K4.1... K4.n$ – на негативные свойства почв.

Необходимая для расчетов информация содержится в методической и справочной литературе [3, 25]. Часть этих данных в виде таблиц справочников-классификаторов была включена в ПГБД (рис. 1-3).

Гумус, %	$K1$	Мощность гумусового горизонта, см	$K2$	Физическая глина, %	$K3$
...

Рис. 1. Заголовки в таблицах данных для расчета нормативной урожайности культур ($K1, K2, K3$) [3].

Мощность гумусового горизонта, см	Тип литологического строения почвы, код	Уклон, градусы	K
...

а

Наименование признака	K (картофель)	K (прочие культуры)
Карбонатные
Остаточные карбонатные

б

Рис. 2. Заголовки в таблицах данных для расчета нормативной урожайности культур ($K4$ – коэффициенты на негативные свойства почв): а – крутизна склонов; б – карбонатность [3].

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Субъект РФ	Административный район	АП-агроклиматический потенциал	Коэффициенты к зерновым				...
			Картофель	Многолетние травы	Однолетние травы	Кукуруза на зерно	
...

Рис. 3. Заголовки в таблице данных для расчета нормативной урожайности культур [25]

Объект исследования. Работа проведена для одного из хозяйств Сальского района Ростовской области, поля которого общей площадью 1347 га раскиданы на территории 6350 га.

Выбор территории обусловлен двумя обстоятельствами. Во-первых, для Ростовской области характерна высокая обеспеченность цифровыми данными, необходимыми для проводимого расчета. И, во-вторых, эти данные доступны для онлайн расчета, поскольку держатели информации – агрохимцентр «Ростовский» и Южный Федеральный университет – в качестве локальных почвенных дата-центров входят в распределенную сеть, координируемую ИС ПГБД.

На карте Почвенно-экологического районирования [6] поля хозяйства располагаются в Азово-Кубанском округе черноземов обыкновенных мицелярно-карбонатных мощных и сверхмощных малогумусных глинистых и тяжелосуглинистых на лессовидных отложениях Предкавказской провинции черноземов обыкновенных и южных мицелярно-карбонатных мощных и сверхмощных малогумусных (Зона обыкновенных и южных черноземов степи), в нескольких километрах от Донской провинции темно-каштановых и каштановых почв (Зона темно-каштановых и каштановых почв сухой степи).

Для почв Ростовской области характерны некоторые генетические особенности, связанные со своеобразием условий почвообразования, прежде всего, особенностями условий гумусообразования [1]. Черноземы обыкновенные, развитые на породах с высоким содержанием карбонатов, и каштановые почвы отличаются здесь несколько меньшей мощностью А+В и более слабой выраженностью процесса оглинивания.

На крупномасштабной почвенной карте [12] выделяются черноземы обыкновенные карбонатные среднечастные тяжелоглинистые и тяжелосуглинистые слабогумусированные (иногда слабо- и среднесмытые) на лессовидных тяжелых суглинках; темно-каштановые мощные и среднечастные разного гранулометрического состава и на различных породах; лугово-черноземные карбонатные мощные

тяжелосуглинистые слабогумусированные на лессовидных тяжелых суглинках.

Методы. Работа по созданию алгоритма расчета нормативной урожайности выполнялась в два этапа. Первый заключался в определении набора необходимых данных и классификационных таблиц, последовательности обращения к ним, проверки получаемых результатов. Расчеты проводили в ГИС с использованием программы MapInfo v.12,5, что позволило учесть особенности территории в границах каждого поля, включая изменение крутизны склонов, состав и структуру почвенного покрова [33]. Карта уклонов была построена в QGIS 2.18 по цифровой модели рельефа ALOS для территории Сальского района [44]. В ГИС MapInfo путем пересечения и разрезания всех слоев было получено единое покрытие-слой, включающее более 60 полигональных объектов-контуров. Для каждого контура были рассчитаны коэффициенты и получена величина нормативной урожайности зерновых культур.

Далее в Информационной системе ПГБД на основе разработанного алгоритма был создан программный модуль автоматизированного расчета нормативной урожайности зерновых культур (http://gis.soil.msu.ru/soil_db/assessment/). Оценка осуществляется онлайн на основе доступных данных одного или нескольких региональных дата-центров, структурно входящих в распределенную ИС ПГБД РФ.

Этап I. Информация, необходимая для расчета, включает: содержание гумуса в пахотном слое (данные в границах полей хранятся в почвенном дата-центре ФГБУ ГЦАС «Ростовский»); мощность гумусового горизонта, содержание физической глины в пахотном слое (в границах выделов гармонизированной векторной крупномасштабной почвенной карты хранятся в почвенном дата-центре Южного Федерального Университета); негативные свойства почв (та же почвенная карта и цифровая модель рельефа).

Показатели различных свойств почв и территории перевели в коэффициенты, участвующие в формуле (1), на основе используемых методик [3, 25] и литературных источников.

Содержание гумуса в пахотном слое обычно определяется при проведении периодического агрохимического обследования в рамках мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения в границах одного поля, а также при разовых специализированных почвенных обследованиях. Данные напрямую преобразуются в K1 (см. рис. 1).

Информация о мощности гумусового горизонта заключена в сведениях о видовой принадлежности почвы почвенной карты. Для определения К2 необходим переход от словесной характеристики почвы к числовым значениям мощности, выраженным в см (см. рис. 1). Классификации, использованные для черноземов, лугово-черноземных и каштановых почв приведены в таблицах 1-3. Числовые значения мощности преобразуются в К2.

Таблица 1. Переход к числовым значениям мощности гумусового горизонта черноземов [13]

Черноземы	см	Использованное значение
Сверхмощные	>120	120
Мощные	80-120	100
Среднемощные	40-80	60
Маломощные	25-40	32,5
Очень маломощные	<25	25

Таблица 2. Переход к числовым значениям мощности гумусового горизонта лугово-черноземных почв [7]

Лугово-черноземные	см	Использованное значение
Мощные	>30	30
Среднемощные	20-30	25
Маломощные	<20	20

Таблица 3. Переход к числовым значениям мощности гумусового горизонта каштановых почв [7]

Каштановые	см	Использованное значение
Мощные	>50	50
Среднемощные	30-50	40
Маломощные	20-30	25
Очень маломощные	<25	25

Содержание физической глины в пахотном слое также получено из описательной характеристики почв, выделенных на почвенной карте. Описания преобразованы в значения содержания физической глины в соответствии с классификацией Качинского (табл. 4) и далее, на основании таблиц справочников-классификаторов (см. рис. 1), в К3.

Угол наклона получен по цифровой модели рельефа [44] и преобразован в К4.1 на

основе соответствующей таблицы (см. рис. 2а). По данным о почвах и материнской породе и таблице (см. рис. 2б) получен коэффициент К4.2, учитывающий в общей оценке нормативной урожайности зерновых культур карбонатность почв.

Таблица 4. Переход к числовым значениям содержания физической глины [13]

Разновидности гранулометрического состава почв	Содержание физической глины (<0.01), %	Использованное значение
Легкосуглинистая	20-30	25
Среднесуглинистая	30-45	38
Тяжелосуглинистая	45-60	53
Легкоглинистая	60-75	68
Среднеглинистая	75-85	80
Тяжелоглинистая	>85	85

Этап II. В Информационной системе ПГБД создан программный модуль (подсистема) автоматизированного расчета нормативной урожайности зерновых культур (http://gis.soil.msu.ru/soil_db/assessment/). Оценка осуществляется онлайн на основе доступных данных, хранящихся в одном или нескольких региональных дата-центрах, структурно входящих в распределенную ИС ПГБД РФ. В задачу подсистемы входит сбор всей необходимой информации для заданного пользователем участка от нескольких дата-центров, расчет «на лету» коэффициентов и границ элементарных участков, наложение на картографическую основу и формирование итоговых таблиц.

Выбор географических координат для расчета, а также прорисовка контуров границ поля, хранящихся в базе данных, осуществляется с помощью внедренного в веб-страницу YandexMap API. Визуально непосредственно на карте региона реализованы возможность переключения схематического (спутникового) режимов отображения вместе с основными возможностями интерактивности (зуммирование, перемещение, поиск и т.п.).

Диспетчер запросов реализован в среде интернет-сервера и перенаправляет запросы к соответствующему региональному дата-центру в зависимости от географической координаты, содержащейся в запросе.

Расчет нормативной урожайности зерновых культур также может быть реализован через мобильную версию сайта (http://gis.soil.msu.ru/soil_db/mobile/assessment/) (рис. 4).

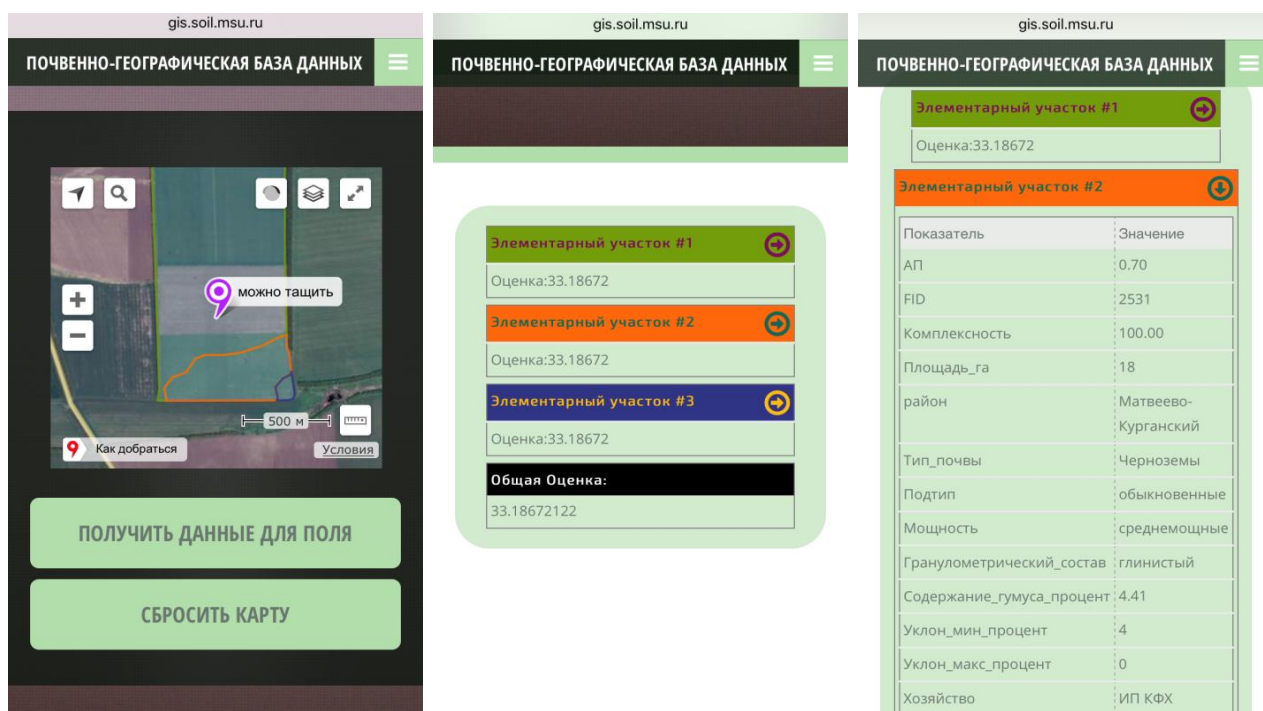


Рис. 4. Отображение результатов расчета в мобильной версии программы: на карте, в итоговой обобщенной таблице и в деталях

Полученные результаты и обсуждение

Почвенный покров модельного хозяйства Сальского района Ростовской области на 43% составляют темно-каштановые почвы, почти такую же площадь (42%) занимают черноземы обыкновенные, доли процента – лугово-черноземные почвы, остальные 15% территории приходятся на черноземы обыкновенные в комбинации с лугово-черноземными почвами.

В ходе первого этапа работ в ГИС были получены векторные слои с информацией, необходимой для расчета величины нормативной урожайности зерновых культур: карта полей хозяйства (рис. 5); почвенная карта (рис. 6); карта углов наклона (рис. 7).



Рис. 5. Карта полей

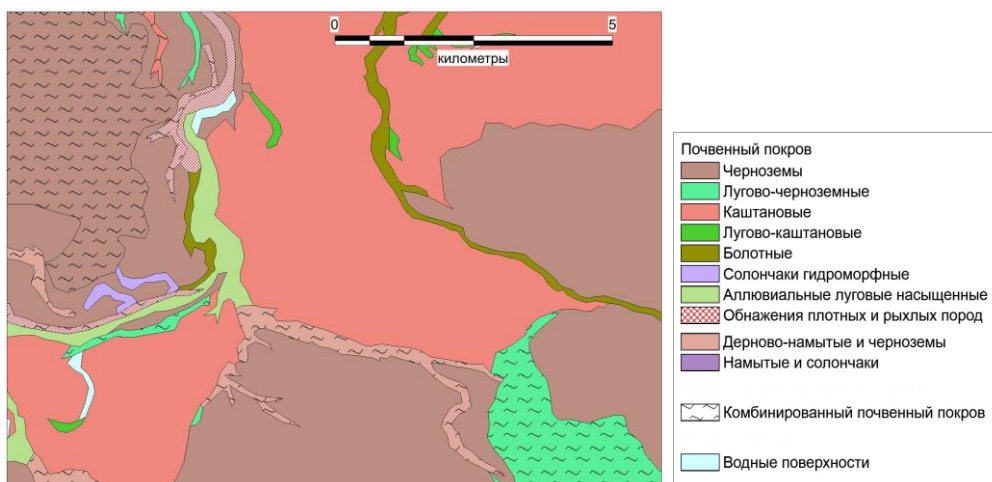


Рис. 6. Почвенная карта

Используемые в формуле расчета нормативной урожайности зерновых культур (1) коэффициенты составляют на модельной территории следующие величины: К1 (содержание гумуса в пахотном слое) от 0,870 до 0,933; К2 (мощность гумусового горизонта) 0,960-1,125; К3 (содержание физической глины в пахотном слое) 1,006-1,015; К4.1 (крутизна склонов) 0,9-1,0; К4.2 (карбонатность) 0,95-1,00. Агроклиматический потенциал на территории Сальского района имеет значение 6,3.

Рассчитанная величина нормативной урожайности зерновых культур участков хозяйства варьирует от 21,4 до 29,5 ц/га (рис. 8).

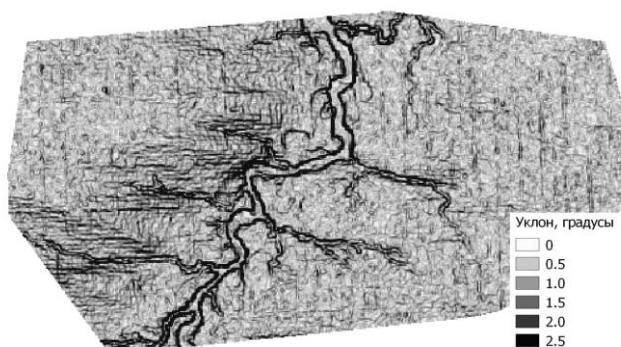


Рис. 7. Карта углов наклона



Рис. 8. Нормативная урожайность зерновых культур

Из 1347 га, занимаемых хозяйством, 91 га полей, или менее 7%, имеет

характеристики, обеспечивающие нормативную урожайность зерновых культур ниже 25 ц/га. Для 209 га (15,5%) получена максимальная для хозяйства расчетная урожайность более 27 ц/га. На большей части рассматриваемой территории (почти 80%) нормативная урожайность зерновых культур, согласно использованному алгоритму расчета, составила от 25 до 27 ц/га.

Заключение

Создание программы расчета нормативной урожайности зерновых культур демонстрирует возможности ИС ПГБД как системы управления базами данных и набора программных средств. Существенным ее преимуществом является использование в онлайн расчетах постоянно актуализируемых в местах сбора и хранения первичных данных. Специалисты отмечают, что важнейшим заключительным этапом проведения государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения является создание единого информационного ресурса, обеспечивающего «прозрачность» механизма расчета [24]. Методологические подходы и технологические приемы, используемые в работе ИС ПГБД, позволяют включать в расчеты последние по времени данные о свойствах почв, разного рода негативных факторах, участвующие в вычислениях.

Важнейшими направлениями развития ИС ПГБД на настоящий момент являются обеспечение функционирования и расширение созданной распределенной сети почвенных дата-центров. Формализация и гармонизация почвенной информации, разработка стандартов обмена позволят алгоритмизировать самые разные задачи, решение которых основано на пространственно-атрибутивных почвенных данных.

Список использованных источников

1. Безуглова О. С., Хырхырова М. М. Почвы Ростовской области. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. – 2008. – 352 с.
2. Голозубов О.М. Рожков В.А., Алябина И.О., Иванов А.В., Колесникова В.М., Шоба С.А. Технологии и стандарты в информационной системе почвенно-географической базы данных России // Почвоведение. – 2015, № 1. – С. 3–13. DOI: 10.7868/S0032180X15010062
3. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской федерации. Под общей редакцией Сапожникова П.М., Носова С.И. – М.: ООО «НИПКЦ ВОСХОД-А». – 2012. – 160 с.

4. Добровольский Г.В., Куст Г.С. Концепция почвенных ресурсов: современное состояние, предпосылки к переосмыслению и постановка задач // Роль почв в биосфере: Тр. ИП МГУ и РАН. Вып. 3. – М.: Изд. ИП МГУ-РАН. – Тула: Гриф и К. – 2003. – С. 6-23.
5. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0 / Под ред. А.Л. Иванова, С.А. Шобы. Отв. ред. В.С. Столбовой. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. – Тула: Гриф и К. – 2014. – 768 с.
6. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1:2500000 / Под ред. Г.В. Добровольского, И.С. Урусевской. Авторы: И.С. Урусевская, И.О. Алябина, В.П. Винюкова, Л.Б. Востокова, Е.И. Дорофеева, С.А. Шоба, Л.С. Щипихина. – М.: «Талка+». – 2013.
7. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос. – 1977. – 223 с.
8. Куст Г.С., Кутузова Н.Д., Алябина И.О. Подходы к разработке структуры обобщенной базы данных по почвенным ресурсам и экспертной системы по их целевой оценке // Роль почв в биосфере: Тр. ИП МГУ и РАН. Вып. 3. – М.: Изд. ИП МГУ-РАН. – Тула: Гриф и К. – 2003. – С. 24-39.
9. Методические рекомендации по определению рыночной стоимости земельных участков: Распоряжение Министерства имущественных отношений Российской Федерации от 6 марта 2002 г. № 568-р.
10. Методические указания по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения: Приказ Министерства экономического развития от 20 сентября 2010 г. № 445.
11. Отчет по проекту РФФИ 15-04-03564 А. «Исследование антропогенной динамики состояния почвенного покрова на базе интеллектуального анализа данных». 2016. 95 с. / Шоба С.А., Алябина И.О., Безуглова О.С., Голозубов О.М., Кириллова В.А., Колесникова В.М., Литвинов Ю.А., Рожков В.А., Чернова О.В.
12. Почвенная карта совхоза «Сандатовский» Сальского района Ростовской области. М 1:25 000. ЮжГИПРОЗЕМ. – 1990 г.
13. Почвоведение. В 2 ч. / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование. – М.: Высшая школа. – 1988. – 400 с.
14. Рожков В.А. Автоматизированные информационно-поисковые системы в почвоведении. – М.: Изд-во Госстандарта. – 1983. – 52 с.
15. Рожков В.А. Оценка эрозионной опасности почв // Бюлл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 2007. – С. 77-91.
16. Рожков В.А. Экспертная система LAND оценки пригодности земель под сельскохозяйственные угодья // East European Science Journal. № 12. – 2016. Part 2. – Pp 51-60.
17. Рожков В.А., Алябина И.О., Колесникова В.М., Молчанов Э.Н., Столбовой В.С., Шоба С.А. Почвенно-географическая база данных России // Почвоведение. – 2010, № 1. – С. 3-6.
18. Рожков В.А., Веселов Е.Н., Зенин А.Г., Прохоров А.Н., Вишняков В.А. Информационно-поисковая система АРФА. – М.: ВАСХНИЛ. – 1987. – 86 с.

19. Рожков В.А., Егоров В.В., Фридланд В.М., Акопян И.Х. Автоматизированная информационно-поисковая система ПОЧВА. (ч. 1 и 2 в кн.1-3). – М: Изд-во ВАСХНИЛ. – 1980.
20. Рожков В.А., Малахова И.А. Автоматизированная информационно поисковая система ПОДЗОЛ // Бюлл. ГСССД. – 1976, № 4. – С. 4-6.
21. Рухович Д.И., Куст Г.С. Обобщенная база данных по почвенным ресурсам (описание опыта создания геореференсированной базы данных по почвам на федеральном, региональном и локальном уровнях) // Роль почв в биосфере: Тр. ИЭП МГУ. Вып. 5. – М.: Изд-во «Советский спорт». – 2005. – С. 25-57.
22. Сапожников П. М., Носов С. И. Особенности определения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в современных условиях // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2011, № 11. – С. 79-84.
23. Сапожников П.М., Оглезнев А.К., Третьякова Г.Б. Новая версия государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2007, № 3. – С. 75-90.
24. Сапожников П.М., Табакова С.А. Актуальные вопросы проведения государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации // Вопросы оценки. – 2013, № 1 (71). – С. 9-14.
25. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации. Учебно-практическое пособие / Под ред. С.И. Носова. – Ответственный исполнитель: Оглезнев А.К. - М.: Маросейка. – 2010. – 208 с.
26. Столбовой В., Монтанарелла Л., Медведев В., Смеян Н., Шишов Л., Унгуриян В., Добровольский Г., Жамань М., Кинг Д., Рожков В., Савин И. Интеграция данных о почвах России, Белоруссии, Молдавии и Украины в почвенную географическую базу данных Европейского Союза // Почвоведение. – 2001, № 7. – С. 773-790.
27. Фридланд В.М., Рожков В.А. Второе Международное совещание по почвенным информационно-поисковым системам // Почвоведение. – 1978, № 8. – С. 146-150.
28. Шоба С.А., Алябина И.О., Голозубов О.М., Иванов А.В., Иванов А.Л., Колесникова В.М., Крыщенко В.С., Молчанов Э.Н., Рожков В.А., Шерemet Б.В. Информационная система на основе Почвенно-географической базы данных России (ИС ПГБД РФ). Рекламно-техническое описание // Электронный информационный ресурс № 19661. Свидетельство о регистрации от 6 ноября 2013 г. Рег. номер 50201351069.
29. Шоба С.А., Алябина И.О., Колесникова В.М., Молчанов Э.Н., Рожков В.А., Столбовой В.С., Урусевская И.С., Шерemet Б.В., Конюшков Д.Е. Почвенные ресурсы России. Почвенно-географическая база данных. – М.: ГЕОС. – 2010. – 128 с.
30. Шоба С.А., Алябина И.О., Столбовой В.С., Яковлев А.С. Почвы в системе природных ресурсов России // Информационно-аналитический бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России». – М.: НИА «Природные ресурсы». – 2005, № 1. – С. 56-62.
31. Шоба С.А., Столбовой В.С., Алябина И.О., Молчанов Э.Н. Почвенно-географическая база данных России // Почвоведение. – 2008, № 9. – С. 1029-1036.

32. Щепашенко Г.Л., Ливероль М.Р., Рожков В.А., Щепашенко Д.Г. Методические рекомендации по оценке эрозионной опасности земель и разработке системы почвозащитных мероприятий в условиях переменного-влажных тропиков (на примере республики Куба). – М: ВАСХНИЛ. – 1990. – 60 с.

33. Alyabina I.O., Kirillova V.A. Calculation of normative yield of grain crops based on ISSGDB data // International Conference “Global Soil Map 2017”. Moscow, Russia, July 4-6, 2017. Materials of conference. – Moscow, Russia. – 2017. – P. 51.

34. Bureau of Rural Sciences (2009) Digital Atlas of Australian Soils. Bioregional Assessment Source Dataset. Viewed 29 September 2017, <http://data.bioregionalassessments.gov.au/dataset/9e7d2f5b-ff51-4f0f-898a-a55be8837828>.

35. Fridland V.M., Rozhkov V.A. Levels of the soil information systems organization according to the type of data // Developm. in Soil Inform. Systems. – Wageningen. – 1978. – P. 30-36.

36. Golozubov O.M., Kolesnikova V.M. Soil data conceptual and object models // International Conference “Global Soil Map 2017” Moscow, Russia, July 4-6, 2017. Materials of conference. – Moscow, Russia. – 2017. – P. 61.

37. Harmonized World Soil Database. http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soil-database/HWSD_Documentation.pdf.

38. INSPIRE Data Specification <https://inspire.ec.europa.eu/Themes/127/2892>.

39. Jacquier D., Wilson P., Griffin T. and Brough D. Soil Information Transfer and Evaluation System (SITES) – Database design and exchange protocols. Version 2.0. CSIRO Land and Water, GPO Box 1666. – Canberra, ACT, 2601. – 124 p.

40. Kolesnikova V.M., Golozubov O.M. Data harmonization and soil information exchange // International Conference “Global Soil Map 2017” Moscow, Russia, July 4-6, 2017. Materials of conference. – Moscow, Russia. – 2017. – P. 62.

41. Shoba S.A., Alyabina I.O., Golozubov O.M., Kolesnikova V.M., Chernova O.V. Development of a national network of soil information centers // International Conference “Global Soil Map 2017” Moscow, Russia, July 4-6, 2017. Materials of conference. – Moscow, Russia. – 2017. – P. 48.

42. Shoba S.A., Rozhkov V.A., Alyabina I.O., Kolesnikova V.M., Urusevskaya I.S., Molchanov E.N., Stolbovoy V.S., Sheremet B.V. and Konyushkov D.E. Soil Geographic Database Of Russia // Handbook of Soil Science. Resource Management and Environmental Impacts, Second Edition. Pan Ming Huang, Yuncong Li, and Malcolm E. Sumner. CRC Press 2011b. – Pages 31-1 – 31-18.

43. Stolbovoi V. and McCallum I. 2002. CD-ROM “Land Resources of Russia”, International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science. – Laxenburg, Austria.

44. Tadono T., Ishida H., Oda F., Naito S., Minakawa K., Iwamoto H.: Precise Global DEM Generation By ALOS PRISM, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and

Spatial Information Sciences, Vol. II-4. – Pp. 71-76. – 2014.
<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/index.htm>.

=====

Цитирование:

Алябина И.О., Кириллова В.А., Голозубов О.М., Шоба С.А. Расчет нормативной
урожайности зерновых культур в Информационной системе ПГБД России //
АгроЭкоИнфо. – 2017, №4. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_410.doc.