

УДК 004.9:528:631.1

ПРИМЕНЕНИЕ АГРОГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И РАЗРАБОТКИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Сучков Д.К.

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук
(Лаборатория прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов),
Волгоград, e-mail: suchkov1992@yandex.ru*

В рамках данной работы будут рассмотрены вопросы, появляющиеся в процессе формирования пространственных баз информации, необходимой для того, чтобы давать оценку земельным ресурсам, эксплуатируемым для целей сельского хозяйства. Таким образом, по итогам настоящей работы будут достигнуты результаты, позволяющие совершенствовать процесс формирования базы геоданных. Такая база предоставляет возможность создать геоинформационное обеспечение таких процессов, что реализуется в рамках составления характеристики для земель, применяемых в целях сельского хозяйства, а также в рамках формирования агроэкологической типизации данных земель. Кроме того, планируемые к достижению в работе результаты представляются интересными и с той точки зрения, что они могут быть применены в рамках формирования систем адаптивно-ландшафтного типа, эксплуатируемых в земледельческой деятельности. В рамках настоящей работы будет продемонстрировано наполнение баз данных, отличающихся по иерархическим уровням (то есть мы будем основываться как на базах данных локального уровня, так и на базах данных регионального уровня). В АгроГИС формируются базы информации, необходимые для сохранения, анализа, а также демонстрации пространственных сведений, характеризующих, в каком состоянии пребывают земли, выделенные для осуществления земледельческой деятельности. Такими базами могут выступать, например, картографические, археологические, почвенные и т.д. Данные базы отличаются друг от друга по тому, какие объекты в них исследуются, какая структура у них присутствует, какое у них содержание, каким методом структурируются те сведения, что в них представлены. Именно этим и обосновывается актуальность проведенных нами исследований. В данной работе представлено описание основных компонентов базы геоданных. Эти компоненты представляют собой совокупности пространственных классов. Также в тексте работы представлены данные, которые доказывают потребность в организации агрономических баз геоданных.

Ключевые слова: АгроГИС, пространственная база данных (база геоданных), сельскохозяйственные земли, технологии обработки, агрономическая геоинформационная система, большие данные (Big Data), облачные технологии

APPLICATION OF AGROGIS FOR AGRICULTURAL LAND ASSESSMENT AND DEVELOPMENT ADAPTIVE LANDSCAPE FARMING SYSTEMS

Suchkov D.K.

*Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation
and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences
(Laboratory for Forecasting the Bio-productivity of Agroforest Landscapes),
Volgograd, e-mail: suchkov1992@yandex.ru*

Within the framework of this work, issues arising in the process of forming spatial databases of information necessary to assess land resources exploited for agricultural purposes will be considered. Thus, based on the results of this work, results will be achieved that allow improving the process of forming a geodata database. Such a database provides an opportunity to create geoinformation support for such processes, which is implemented within the framework of drawing up characteristics for lands used for agricultural purposes, as well as within the framework of forming agroecological typification of these lands. In addition, the results planned to be achieved in the work are interesting from the point of view that they can be applied within the framework of the formation of adaptive landscape type systems used in agricultural activities. In the framework of this work, the filling of databases that differ in hierarchical levels will be demonstrated (that is, we will be based on both local-level databases and regional-level databases). In AgroGIS, databases of information are formed that are necessary for the preservation, analysis, and demonstration of spatial information characterizing the condition of the lands allocated for agricultural activities. Such databases can be, for example: cartographic, archaeological, soil, etc. These databases differ from each other in what objects are studied in them, what structure they have, what content they have, what method is used to structure the information that is presented in them. This is what justifies the relevance of the research that we conducted in the process of writing the work. This paper describes the main components of the geodata database. These components are aggregates of spatial classes. Also, the text of the work presents data that prove the need for the organization of agronomic geodata.

Keywords: AgroGIS, spatial database (geodata database), processing technologies, agronomic geoinformation system, Big Data, agricultural lands, cloud technologies

Сегодня в Российской Федерации существует острая потребность в том, чтобы заниматься созданием, а также совершенствованием научно-технологической инициативы (НТИ), для этого реализуется комплексная стратегия обеспечения науч-

но-технологического совершенствования [1]. НТИ выступает как необходимая с той точки зрения, что благодаря ее реализации можно проводить как фундаментальные, так и прикладные научные разработки. Результаты реализации НТИ благотворным образом сказываются на степени совершенства агропромышленного национального комплекса, приближая его к требованиям, установленным наилучшими мировыми стандартами. Для обеспечения развития аграрной деятельности можно пользоваться агрономическими ГИС, а также иными информационными технологиями [2]. Но для создания данных технологий, а также ГИС требуется произвести разрешение задач, сопряженных с информационным обеспечением создающихся баз данных. А для формирования данного обеспечения необходимо получать понимание того, какие природно-территориальные кондиции имеются на конкретных землях сельскохозяйственного назначения, какие факторы экологического характера имеются на данных землях. Базы данных (БД), которые создаются в рамках ГИС агрономического типа, реализуют функционал, связанный с сохранением пространственных сведений о ресурсах сельскохозяйственного назначения, с представлением данных сведений, а также с проведением анализа в их отношении [3, 4].

Цель работы заключается в том, чтобы сформировать структуру базы геоданных (для агрономической информационной системы), а также представить информацию о содержании такой базы данных.

Материалы и методы исследования

В рамках проведения настоящей работы был реализован объектно-функциональный подход, который может быть реализован за счет СУБД соответствующего типа. Благодаря данному подходу появляется возможность решать функциональные задачи таким образом, который в максимальной степени соответствует потребностям, обозначаемым эксплуатантами систем [5, 6].

Исследования были проведены для территории Волгоградской области. В рамках формирования пакета сведений, подлежащих внесению в базу геоданных, были применены разнообразные источники. Это, например, топографическая карта, составленная в масштабе 1:1000000, а также спутниковые снимки, подготовленные аппаратом Landsat-7 ETM+, Sentilel-2. Кроме того, были использованы данные статистических расчетов вместе с данными, полученными

по итогам литературного анализа. В рамках формирования базы геоданных были применены соответствующие технологии и методы БД.

Результаты исследования и их обсуждение

Формирование совокупности геоданных, подлежащих внесению в агрономические ГИС. Система пространственных объектов подлежит нахождению в таблицах БД, при этом данные таблицы являются атрибутивными. Что касается таких объектов, которые характеризуются присутствием одной и той же координатной системы, то они представляют собой такой класс объектов, что едины с точки зрения их тематического описания. Для составления тематической характеристики в отношении земельных ресурсов, выделенных для ведения сельскохозяйственной деятельности, необходимо описать, каким рельефом обладают данные земли, какой климат поддерживается на территориях, занимаемых данными землями, какие почвоформирующие породы присутствуют на данных землях. В сформированной концептуальной модели были определены сущности, соответствующие совокупности пространственных классов (рисунок).

Сущность *Климат* требуется для проведения анализа в отношении таких ресурсов, которые причисляются к категории агроклиматических. Здесь нужно сослаться на то, что климат – это фактор, оказывающий интенсивное влияние на то, в каких кондициях пребывают земли, выделенные для ведения сельскохозяйственной деятельности. В данной сущности присутствует несколько пространственных классов. Например, это метеостанции, а также классы, характеризующие агроклиматические параметры.

Сущность *Рельеф* применена в процессе описания геоморфологической специфики, присутствующей у изучаемого региона. Объекты, которые образуют рельеф территории, представлены в совокупности отличающихся типов данных. В совокупности они характеризуют рельеф с той точки зрения, какими компонентами он образован, какое геоморфологическое районирование в нем представлено. В рассматриваемой сущности присутствует несколько пространственных классов, которые также включают разнообразные информационные слои. Например, одним из пространственных классов, характеризующимся отношением к данной сущности, выступает такой, как высоты точек поверхности на Земле.



Логическая модель базы геоданных агрономической геоинформационной системы

Сущность *Геотопы* представляет собой отдельную совокупность пространственной информации. Геотопы имеют характер главной морфологической составляющей агроландшафта. Образование геотопов производится после того, как осуществляется геоморфологическое исследование (в собственную очередь, реализуемое посредством ГИС). Описание геотопов производится в соответствии с совокупностью количественных характеристик, которые описывают, в каком состоянии пребывает рельеф, климат территории, какие на ней присутствуют почвоформирующие породы.

Сущность *Группы земель* образуется по итогам проведения агроэкологической группировки, чьим объектом выступают

земли, используемые в целях сельского хозяйства. В соответствии с группировкой земли могут быть интерпретированы в качестве солонцовых, переувлажненных, эрозионных, а также иных.

Сущность *Почвы* необходима для того, чтобы свести в единую систему сведения о почвоформирующих породах, а также об основных характеристиках, присутствующих у почвенного покрова.

Сущность *Растительность* представлена совокупностью классов данных, которые представляют собой слои растительности. Такими слоями выступают, в частности, влаголюбивая растительность, кустарниковая растительность, а также древесная растительность.

Сущность *Гидрография* существует для того, чтобы ввести в базу геоданных информацию об объектах с гидрогеографическим статусом, присутствующим в пределах изучаемой территории. Кроме того, данная сущность является нужной и с той точки зрения, что ее применение обеспечивает геоинформационное моделирование поверхностного стока.

Сущность *ПСХР* является важнейшим компонентом геоинформационной характеристики модели. Она необходима для того, чтобы характеризовать, как граничат между собой разные зоны, пространства сельского хозяйства.

Те сущности, о которых велась речь выше в работе, могут быть применены, например, в процессе формирования БД, относящейся к локальному уровню. Чтобы сделать эксплуатацию БД в высшей степени эффективной, необходимо создавать структуру атрибутивных характеристик. В соответствии с данной структурой все эти характеристики будут разделены на уникальные, идентификационные, семантические, а также метрические. В таких характеристиках, которые могут быть интерпретированы в качестве уникальных, присутствует идентификатор (также именуется код) конкретного объекта. Такие характеристики необходимы с той точки зрения, что они осуществляют связь между объектом и тем классом, к которому он причисляется [7].

Сущность *Административное деление* является требуемой с той точки зрения, что ее эксплуатация необходима для идентификации административно-территориального отнесения какой-либо земли, выделенной для осуществления сельского хозяйства.

Интеграция БД и пространственных БД АгроГИС. Чтобы сделать АгроГИС более совершенной с точки зрения объема функциональных возможностей, присутствующих у нее, необходимо изменять методы взаимодействия, организуемого между базой данных и пользователем, обращающимся к ее ресурсам. Существует такой способ организации данного взаимодействия, для реализации которого применяется СУБД внутреннего типа. В этом случае пользователь системы применяет предлагаемый ему интерфейс, а также пользуется совокупностью предоставляемого ему функционала [8]. Такой подход характеризуется недостатком с той точки зрения, что он накладывает ограничения к информационной емкости, присутствующей у БД [9].

Во второй ситуации реализация БД производится через такие СУБД, которые уже являются известными. Она здесь понимается в качестве внешнего источника сведений для внутренней базы сведений, находящихся в ГИС. Что касается взаимодействия, организуемого между пользователем системы и самой базой геоданных, то оно обеспечивается специальным программным интерфейсом, работающим на основании стандарта ODBC. Такой стандарт в современных условиях поддерживается большим количеством актуальных ГИС. Среди преимуществ, которые могут быть получены по итогам применения рассматриваемого подхода, выделяются следующие. Во-первых, это наличие большого количества возможностей для совершенствования качества интеграции между ГИС и ИС, которая разрабатывается. Что же касается недостатков, имеющихся у подхода, то они заключаются преимущественно в том, что у пользователя могут сформироваться проблемы с точки зрения получения удаленного доступа к запрашиваемой им информации. Кроме того, ему приходится на постоянной основе инициировать взаимодействие с сервером БД [3, 6].

Наибольшей же степенью эффективности характеризуется последний, третий метод организации взаимодействия между пользователем и сведениями, находящимися на хранении в базе данных. Здесь мы упомянем о том, что в базе данных могут присутствовать как пространственные сведения, так и такие сведения, что не являются пространственными.

Представляется эффективным пользоваться облачными технологиями, которые обеспечивают доступ к информации. Данные технологии также поддерживаются самими современными СУБД [4]. А еще представляется эффективным использование возможностей, предоставляемых таким программным продуктом, как Microsoft SQL Lite. Данный программный продукт осуществляет поддержку динамической типизации данных, кроме того, он осуществляет прямое обращение к собственным файлам, содержащим необходимую информацию. Библиотека SQL Lite может быть использована на бесплатной основе, а также характеризуется нами в качестве интуитивно понятной для эксплуатации. Она может быть применена, например, в браузерах, а также в прочем софте, обеспечивающем хранение данных SQL Lite вместе с их обработкой. Данная библиотека причисляется к категории встроенных, характеризуется присут-

ствием открытого программного кода. При необходимости воспользоваться техническим сервисом пользователь может это сделать, не внося оплату.

Потребность в том, чтобы обновлять пространственно-временные сведения, присутствующие в АгроГИС, была доказана большим количеством авторов [9]. Обычно в процессе формирования базы геоданных АгроГИС применяются такие СУБД, что являются выстроенными. Данные СУБД осуществляют поддержку моделей, причисляемых к категории нетемпоральных.

А.И. Павлова ранее писала в своей работе: «На локальном уровне в базе геоданных в предложенной модели выделены основные сущности: земельные участки, почвы, тракторы, технологические карты, сельскохозяйственные агрегаты и сельскохозяйственные сотрудники. Они представляют собой реляционные таблицы, включающие темпоральные данные, связанные между собой связями типа один-ко-многим или много-ко-многим множеством картографических объектов и отношений между ними. В пространственной базе данных были созданы пространственные классы объектов, характеризующие климатические, почвенные, геоморфологические особенности, а также использование земель. Земельный участок в базе геоданных локального уровня описывается набором идентификационных, количественных и качественных показателей, связанных с оценкой сельскохозяйственных земель. Это комплекс показателей, отражающий сведения о площади земельного участка, культуре, технологических свойствах, почвах, контрастности почвенного покрова, агротехнологиях» [10, с. 343].

Такая сущность, как «участки земли», охарактеризована совокупностью параметров, причисляемых к категориям атрибутивных, а также геометрических. Данные параметры являются необходимыми с той точки зрения, что они характеризуют, каковы свойства участков, с пространственных, а также технологических позиций [8].

Что же касается таких атрибутов, которые имеют характер темпоральных, то благодаря их использованию можно фиксировать временные характеристики созревания сельскохозяйственной культуры, а также приобретать понимание того, какой степенью урожайности характеризуется та или иная культура. Темпоральные атрибуты позволяют отражать в базе данных сведения о том, выполняется ли сельскохозяйственными работниками предусматриваемый

для них план, в какое время они начинают производить работы, в какое время они завершают работы, в какое время возникали простои в работе. Что касается такой таблицы, куда вносятся данные о технологических операциях, то здесь темпоральные атрибуты также характеризуются присутствием, поскольку с их помощью можно отражать, сколько времени было израсходовано на проведение какой-либо технологической операции.

Заключение

Функциональные возможности по построению динамических моделей, геоинформационному анализу, представлению темпоральных параметров являются ограниченными. В базах геоданных возможно хранение относящихся к информационным объектам непространственных и пространственных данных.

Комплекс пространственных классов, входящих в состав БД АгроГИС, связан с группами земель, климатом, природно-сельскохозяйственным районированием, рельефом, административным делением, гидрографией и геотопами. Расширение содержания базы геоданных обеспечивается на локальном уровне посредством включения сущностей, связанных с сельскохозяйственными сотрудниками, земельными участками, сельскохозяйственными агрегатами, почвами, технологическими картами, тракторами. Выявлено наличие функциональных ограничений по возможности определять агроклиматические характеристики (коэффициенты увлажнения, осадки, испаряемость, температура воздуха) с различным временным разрешением, а также по возможности определять темпоральные атрибуты времени.

БД АгроГИС должна разрабатываться на основе интеграции современных технологических решений веб-приложения, облачных технологий, взаимодействия с веб-приложением СУБД SQLite ГИС.

Список литературы

1. Чермных А.И., Оплетев А.С. Анализ повывделенной геобазы с использованием SQL-запросов для определения статистически достоверной информации на примере ГИС MapInfo // Леса России и хозяйство в них. 2013. № 1 (44). С. 53–54.
2. Фомин В.В., Залесов С.В. Географо-генетический подход к оценке и прогнозированию лесных ресурсов с использованием ГИС-технологий // Аграрный вестник Урала. 2013. № 12 (118). С. 18–24.
3. Чернова О.А. Организационно-правовые проблемы обеспечения стратегических национальных приоритетов Российской Федерации в продовольственной сфере // Российская юстиция. 2011. № 12. С. 63–64.

4. Золкин А.Л., Чистяков М.С., Сучков Д.К. Влияние цифрового сегмента реиндустриализации на аграрный сектор национальной экономической системы // *Управленческий учет*. 2021. № 5–2. С. 326–333
5. Матчин В.Т. Базы геоданных // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2017. № 3 (20). С. 100–108. DOI: 10.21777/2500-2112-2017-3-100-108.
6. Некрасов В.Н., Дрыгина Ю.А. Сельское хозяйство России: кризисы и необходимость повышения конкурентоспособности // *БИ*. 2012. № 7. С. 77–80.
7. Zolkin A.L., Matvienko E.V., Suchkov D.K., Shamina S.V. Digital Development of Agrarian Production – Institutional Approach // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International science and technology conference “Earth science” (ISTC EarthScience-2022)*. 2022. С. 042070. DOI: 10.1088/1755-1315/988/4/042070.
8. Сучков Д.К. Цифровые технологии в агропромышленном комплексе // *Управленческий учет*. 2021. № 6–3. С. 727–737. DOI: 10.25806/uu6-32021727-737.
9. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 1328 с.
10. Павлова А.И. Пространственные базы данных агрономических геоинформационных систем // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13. № 5. С. 336–349.