

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ*

© 2020 В.В. Исайченкова**

В статье рассмотрены ключевые преимущества и функции геоинформационных систем (ГИС) в геолого-экономическом районировании. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью развития эффективной добычи ресурсов в условиях цифровизации всех сфер промышленности для обеспечения роста экономики страны и регионов. Целью исследования является формирование комплекса элементов геоинформационной системы, обеспечивающей геолого-экономическое районирование. В качестве задач исследования названы выявление особенностей ГИС для целей геолого-экономического районирования регионов и анализ возможностей современных программных продуктов для реализации ГИС. Определены задачи геолого-экономического районирования, направленного на создание системы эффективного недропользования. Выделены особенности данных, размещаемых в ГИС, с учетом их дальнейшего использования: геопространственные системы координат, высокая информационная насыщенность, объединение геометрической и атрибутивной информации и послойная организация данных. Рассмотрены блоки информации по результатам геолого-экономического районирования, в числе которых наиболее значимые - административный, инфраструктурный, экономический, ресурсный. В результате предложены основополагающие разделы ГИС в соответствии с типами данных, используемых при принятии решений в недропользовании, рассмотрены базисные участники и ресурсы, обеспечивающие максимальную эффективность ГИС. Проанализированы прикладные решения, потенциально используемые для достижения максимально эффективного районирования средствами ГИС.

Ключевые слова: ГИС, геоданные, районирование, визуализация данных.

Основные положения:

- ◆ повышение эффективного недропользования невозможно без распределения экономических ресурсов в соответствии с продуманным геолого-экономическим районированием;
- ◆ районирование - сложный процесс, предполагающий создание комплекса IT-средств, призванных эффективно собирать, хранить и визуализировать информацию для принятия управленческих решений;
- ◆ современный рынок решений для ГИС включает множество программных продуктов, однако выбор оптимального затруднен ввиду необходимости обработки больших массивов данных разных форматов.

Введение

В условиях все большей цифровизации экономистам и поддерживающим их IT-работникам нужны эффективные инструменты принятия решений, которые помогают проводить анализ, отображать и распространять результаты и принимать обоснованные решения о том, где разместить новые предприятия или расширить существующие. Многолетним опытом доказано, что ГИС-технологии являются мощными и эффективными инструментами воплощения этих функциональ-

ных возможностей для содействия экономическому росту стран и территорий. Инструменты ГИС служат платформой для визуализации, моделирования, анализа и совместной работы с экономическими, экологическими и геологическими данными.

Проведение геолого-экономической оценки в рамках региональных программ перспективного использования минерально-сырьевого комплекса является экономически необходимой частью рационального недропользования¹. В современных условиях геолого-

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ молодым ученым (МД-2409.2020.5).

** Исайченкова Вероника Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры "Экономика, организация производства, управление" Брянского государственного технического университета. E-mail: alice.cissy@gmail.com.

экономическое районирование призвано решать следующие задачи:

- ◆ формирование баз данных территорий по распределению ресурсов;
- ◆ создание удобного графического представления собранных данных для дальнейшего анализа и принятия решений;
- ◆ назначение размеров платежей за пользование недрами при подготовке условий конкурсов и аукционов;
- ◆ расчет инвестиционной привлекательности месторождений;
- ◆ обоснование экономической эффективности инвестиционных проектов предприятий и развития минерально-сырьевой базы регионов;
- ◆ проведение стоимостной оценки запасов и ресурсов;
- ◆ проведение сравнительного анализа ресурсного потенциала территорий и регионов;
- ◆ выделение наиболее перспективных направлений развития добывающей деятельности частных компаний;
- ◆ моделирование процессов разведки, разработки и обустройства предполагаемых месторождений;
- ◆ формирование данных для комплексного экономического анализа доходов и расходов от деятельности по освоению месторождений;
- ◆ организация сбора геопривязанных пространственных данных и их последующая конвертация;
- ◆ создание тематических карт любой сложности и любого формата в зависимости от требований пользователя.

Методы

Целью исследования является формирование комплекса элементов геоинформационной системы, обеспечивающей геолого-экономическое районирование. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- ◆ определить особенности ГИС для целей геолого-экономического районирования регионов;
- ◆ проанализировать возможности современных программных продуктов для реализации ГИС.

В исследовании использованы общенаучные методы познания: наблюдение, анализ и синтез, сравнительные, логические мето-

ды. Методологической основой послужили труды отечественных ученых в области исследования использования ГИС в геолого-экономическом районировании.

Результаты

Итак, геоинформационные системы используются для ввода, аккумулирования, анализа и визуализации пространственных данных с целью разработки, оценки и поддержки экономических решений в геологоразведке². Особенностью, выгодно отличающей ГИС от прочих технологий использования и обработки больших данных, является наличие функций работы с геоданными, позволяющих представить информацию в визуальном виде³.

Как правило, пространственные данные, или геоданные, являющиеся основой наполнения ГИС, имеют следующие особенности:

- ◆ геопространственные системы координат;
- ◆ высокая информационная насыщенность;
- ◆ объединение геометрической и атрибутивной информации;
- ◆ послонная организация.

В основном, данные для наполнения баз данных ГИС поступают из таких основных источников, как наземная съемка, анализ распределения ресурсов на картографических источниках⁴. Еще одним важным источником в свете Индустрии 4.0 является сбор данных с удаленных датчиков - дронов, спутников, зондов. Этот источник информации представляет наибольший интерес, так как на рынке ГИС-технологий активно развивается предложение баз геоданных, полученных удаленно. Такие базы предоставляет, например, компания ESRI: в рамках решения ArcGIS компании могут приобрести данные о политико-административном делении, производственной инфраструктуре, уровне социального развития, геодезии, гидрографии, географической информации, транспортной инфраструктуре, экологии. Все эти данные в той или иной мере необходимы для геолого-экономического районирования.

Ввод данных в ГИС возможен различными способами: переводом данных карт с помощью ручной оцифровки или сканирования. Оба эти процесса обычно требуют значительных навыков и ресурсов, и большинство ана-

литиков передают такие задачи на аутсорсинг. Это значительно упрощает разработку и дальнейшую эксплуатацию ГИС, позволяя уделить больше внимания непосредственно анализу данных и выявлению признаков для оптимального районирования.

Результаты геолого-экономического районирования можно выделить в блоки, содержащие следующую информацию.

Административный: границы административных образований, география, природные условия, муниципально-территориальное устройство.

Экономический: численность населения, плотность населения, общеэкономические территориальные показатели, транспорт.

Инфраструктурный: пути сообщения, линии электропередач, удаленность от источников электроэнергии, магистральные трубопроводы.

Промышленный: краткое резюме и расположение предприятий, так или иначе задействованных в добыче и обработке полезных ископаемых.

Геологический: геологическое строение территории, геологическая и геофизическая изученность территории, геофизические поля, распространение разных типов полезных ископаемых, ранжирование районов по степени продуктивности известных и прогнозируемых в их пределах источников добычи, техногенные объекты.

Ресурсный: объекты прогнозно-ресурсной оценки, включая степень перспективности разработки.

Юридический: включает информацию о лицензионном обеспечении объектов недропользования в части геологоразведочных и добычных работ, особо охраняемых и заповедных территориях⁵.

Таким образом, с помощью ГИС данный перечень информации можно подразделить на основные группы:

- ◆ информация по разработанным месторождениям и запасам ресурсов в них;
- ◆ информация по перспективным месторождениям;
- ◆ информация по нелокализованным ресурсам;
- ◆ информация сейсмической разведки, геологоразведочных работ, научно-исследовательских работ;

- ◆ данные по лицензированию и недропользованию;

- ◆ базовые геологические данные;
- ◆ базовые географические данные;

- ◆ информация о предприятиях разных отраслей;

- ◆ информация об инфраструктуре.

Обеспечивать максимальную эффективность ГИС необходимо с помощью следующих участников и ресурсов:

- ◆ научные организации и исследовательские центры (в том числе вузы), разрабатывающие программные решения и базы знаний (включая высококвалифицированных сотрудников) для решения различных задач развития регионов и территорий;

- ◆ актуальное производительное техническое и программное обеспечение (в том числе серверы, операционные системы, СУБД, поддерживающее ПО);

- ◆ обработанные базы данных, знаний и информации об экологическом, социальном и экономическом потенциале региона по территориям, соответственно, с привязкой к геолокации;

- ◆ средства визуального отображения данных (в том числе многослойные электронные карты);

- ◆ процессная поддержка анализа эколого-ресурсного потенциала региона с помощью данных сканирования, зондирования, моделирования, анализа Big Data.

Обсуждение

Чтобы понять, как ГИС помогает решить различные проблемы анализа геологических данных и определить возникающие при этом сложности, необходимо также рассмотреть, каким образом данные обычно представлены в системах. Как правило, используются векторный и растровый форматы. Векторный формат предусматривает присвоение значений полигонам, после чего они структурируются с помощью системы координат. В свою очередь, растровый формат организует пространственные данные в строго организованные ячейки, размещая их на сетке и присваивая значения. Соответственно, для создания наиболее полной базы данных и ГИС необходимо использовать оба формата данных. Производители ПО для ГИС разрабатывают специальные инструменты для создания слоев

Сравнительный анализ ПО для ГИС в геолого-экономическом районировании

Название продукта	Общие характеристики	Преимущества	Недостатки
ArcGIS	Применяется для оптимизации бизнес-процессов и решения разнопрофильных задач на основе географического подхода: управление активами и данными, планирование и анализ, мониторинг и слежение; сбор данных "в поле"; маршрутизация	Строгая топологичность данных, использование развитого математического аппарата анализа и обработки всех видов данных, возможность использования дополнительных инструментов ArcToolbox	Сложная лицензионная политика, перегруженный для новичков редактор, недостаточно удобные функции фильтрации (отбраковки) некорректных данных, сложность обучения
MapInfo	ПО поддерживает: адаптивный интерфейс, создание и редактирование карт, пространственных данных, простоту интеграции данных, слой для быстрой перерисовки данных, использование 3D-данных для улучшения чертежей и визуализации	Легкое использование и интеграция с другим ПО, широкий спектр возможностей редактирования, возможность передачи картографических данных пользователям, не обладающим лицензией на продукт	Малопродуктивная обработка векторных, растровых и описательных данных, сравнительно высокая стоимость
AutoCad Civil 3D	Одна из самых известных программ, позволяет осуществлять проектирование элементов инфраструктуры, обработку геологических данных, создание документации, создание чертежей и пояснений к ним, GPS-съемку и сбор данных, а также дальнейший обмен данными, моделирование, использование данных лазерного сканирования	Широкий спектр функций, отличная репутация разработчика, совместимость с САПР AutoCad, гибкие условия поддержки и покупки	Сравнительно высокая стоимость
Topocad	CAD, предназначенная для работы с данными геологических и географических исследований, создания 3D-карт местности, топографических чертежей, маркшейдерского обеспечения разработки месторождений, сбора и обновления данных ГИС	Возможность работы в графическом редакторе с 2D- и 3D-моделями, импортировать данные в сторонние программы	Необходимость настройки дополнительных модулей для корректного отображения всех элементов карт и дополнительной информации
QGIS	Удобная для пользователя ГИС с открытым исходным кодом, лицензированная по общедоступной лицензии GNU. Является официальным проектом Geospatial Foundation с открытым исходным кодом (OSGeo). Работает на большинстве ОС, поддерживает множество векторных, растровых форматов и форматов и функций баз данных	Бесплатное распространение, простота восприятия, интуитивный дизайн, большой функционал (благодаря дополнительным модулям)	Неполный перевод на русский, слабые возможности векторизации, неочевидные возможности редактирования слоев и атрибутов
Pythagoras CAD+GIS	Дает возможность удобно и эффективно работать с данными полевых измерений, создавать чертежи, выполнять различные измерения и расчеты, разрабатывать модули автоматизации	Проста в изучении, подходит для начинающих пользователей и несложных проектов, открытая архитектура	Недостаточная интеграция с ГИС и CAD других компаний

из разных типов данных и их удобной обработки. Соответственно, выбор средств для качественного районирования в значительной мере опирается на выбор того поставщика программных решений, который обеспечивает наиболее комплексный подход к вводу и обработке данных во всех требуемых форматах.

В данный момент на рынке программного обеспечения для поддержки геолого-эко-

номического районирования несколько лидеров. Проанализируем основные программные продукты, используемые в геолого-экономическом районировании (см. таблицу).

Так, услуги по полноцикловой поддержке разработок и анализа данных предлагает вышеупомянутая американская компания ESRI, самый популярный продукт которой - ArcGIS - используется во всех отраслях промышленности, государством и частными организа-

циями. Бизнес по разведке и добыче полезных ископаемых изначально пространственный, поэтому задачи управления геологическими ресурсами идеально подходят для ГИС от ESRI: решения фирмы “заточены” для оказания помощи специалистам по горному делу в решении сложных задач, связанных с эксплуатацией рудников и прочих месторождений, благодаря инструментам для компиляции, обработки, отображения, анализа и архивирования огромных объемов данных. Программные решения ESRI все чаще применяются в горнодобывающей промышленности от открытия до производства и закрытия рудника.

Заключение

Таким образом, ГИС-технологии помогают интегрировать и систематизировать информацию о ресурсном потенциале полезных ископаемых различных территорий и представлять их в удобной картографической форме для понимания, анализа и управления - от детального обследования разведанных месторождений до комплекса инструментов по проведению анализа экономической эффективности разработки.

¹ *Дмитриев Д.А.* Геолого-экономическая дифференциация Центрально-Черноземного региона // Вестник Воронежского государственного университета. Серия “Геология”. 2013. № 1. С. 148-154.

² *Булатова Г.Н., Афанасьева Н.И., Семанов Д.А.* Интегральное эколого-экономическое моделирование регионов с использованием гис-технологий // Георесурсы. 2017. Т. 19, № 4. С. 383-392.

³ *Дадыкин В.С., Дадыкина О.В.* Развитие применения цифровых технологий в геологической отрасли // Вызовы цифровой экономики: итоги и новые тренды : сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. 2019. С. 146-150.

⁴ *Ямашкин А.А., Ямашкин С.А., Зарубин О.А.* Геоинформационное картографирование процессов хозяйственного освоения ландшафтов // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 3. С. 45-53.

⁵ *Антипин И.И.* Геолого-экономическое районирование территории деятельности АК “Алроса” (ПАО) на алмазы // Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения : материалы V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ - НИГП АК “АЛРОСА” (ПАО). 2018. С. 250-252.

Поступила в редакцию 16.04.2020 г.

APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN GEOLOGICAL AND ECONOMIC ZONING*

© 2020 V.V. Isaichenkova**

The article analyzes the key advantages and functions of geoinformation systems (GIS) in the geological and economic zoning. The relevance of the research topic is due of the need to develop effective resource extraction in the conditions of digitalization of all spheres of industry to ensure the growth of the economy of the country and regions. The purpose of the study is to form a complex of elements of a geoinformation system that provides geological and economic zoning. The objectives of the research are to identify the features of GIS for the purpose of geological and economic zoning of regions and to analyze the capabilities of modern software products for the GIS implementation. The tasks of geological and economic zoning aimed at creating a system of effective subsurface use are defined. Features of data placed in GIS are highlighted, taking into account their further use: geospatial coordinate systems, high information saturation, combining geometric and attribute information, and layered data organization. The blocks of information on the results of geological and economic zoning are considered, including the most significant ones - administrative, infrastructure, economic, and resource. As a result, the basic sections of GIS are proposed in accordance with the types of data used in decision-making in subsurface use, and the basic participants and resources that ensure the maximum efficiency of GIS are considered. Application solutions that are potentially used to achieve the most effective zoning using GIS tools are analyzed.

Keywords: GIS, geodata, zoning, data visualization.

Highlights:

- ◆ it is impossible to increase the effective use of subsurface resources without the distribution of economic resources in accordance with a reasoned geological and economic zoning;
- ◆ zoning is a complex process involving the creation of a complex of IT tools designed to effectively collect, store and visualize information for making management decisions;
- ◆ the modern market for GIS solutions includes many software products, but the choice of the optimal one is difficult due to the need to process large amounts of data in different formats.

* The work was supported by a grant from the President of the Russian Federation for young scientists (MD-2409.2020.5).

** Veronika V. Isaichenkova, PhD in Economics, Associate Professor of the Economics, Organization and Production Management Department of Bryansk State Technical University. E-mail: alice.cissy@gmail.com.

Received for publication on 16.04.2020