

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр
по геологии»

Объект авторского права
УДК 553.048:004.942(043.3)(476.7)

МАЕВСКАЯ
Анна Николаевна

**ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКИХ
ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В СВЯЗИ
С ОЦЕНКОЙ ПЕРСПЕКТИВ ОСВОЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ
ОБЩЕРАСПРОСТРАНЕННЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук**

по специальности 25.01.01 – общая и региональная геология

Минск, 2024

Научная работа выполнена в Учреждении образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Научный руководитель

Богдасаров Максим Альбертович,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор, член-корреспондент НАН Беларуси,
профессор кафедры городского и регионального
развития учреждения образования «Брестский
государственный университет имени А.С. Пушкина»

Официальные оппоненты:

Рылова Татьяна Борисовна,
доктор геолого-минералогических наук, доцент,
главный научный сотрудник лаборатории
современной геодинамики и палеогеографии
государственного научного учреждения
«Институт природопользования Национальной
академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь

Павловский Александр Илларионович,
кандидат географических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Горные работы»
факультета горного дела и инженерной
экологии Белорусского национального
технического университета, г. Минск, Беларусь

Оппонирующая организация

Учреждение образования «Гомельский
государственный университет имени
Ф. Скорины», г. Гомель, Беларусь

Защита состоится 27 июня 2024 г. в 11:00 на заседании совета по защите диссертаций К 12.01.01 при республиканском унитарном предприятии «Научно-производственный центр по геологии» по адресу: 220084, г. Минск, ул. Академика Купревича, 7, Беларусь; e-mail ученого секретаря: direkt_ig@geologiya.by; телефон ученого секретаря: +375172827467.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр по геологии».

Автореферат разослан «16» мая 2024 г.

Ученый секретарь Совета
по защите диссертаций К 12.01.01



С.В. Демидова

ВВЕДЕНИЕ

Кайнозойские отложения характеризуются широким распространением в пределах территории Брестской области Беларуси. В виде чехла разной мощности они перекрывают более древние стратиграфические образования и представлены сложным комплексом разнофациальных морских и континентальных пород. Это позволяет рассматривать их в качестве перспективной региональной ресурсной базы, в первую очередь минеральных строительных материалов. Исследования, направленные на детализацию геологического строения кайнозойской толщи на территории Брестской области с целью оценки перспектив на выявление новых залежей нерудных видов сырья, являются весьма актуальными.

Учитывая сложность устройства недр, наиболее эффективно задача детализации строения кайнозойских отложений может быть решена с использованием методов компьютерного моделирования. Их применение позволит, с одной стороны, решить эту задачу без привлечения дополнительных средств на проведение буровых работ, с другой – будет способствовать быстрому и своевременному обновлению картографических материалов, а также принятию обоснованных решений по рациональному использованию минерально-сырьевой базы (МСБ) региона.

В диссертационной работе предложен новый, адресный научно-методический подход к геологическому моделированию недр территории Брестской области и находящихся в них залежей нерудных полезных ископаемых. Созданная на его основе цифровая геологическая модель регионального уровня позволяет выполнить первичный прогноз на залежи общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ), приуроченных к толще кайнозойских отложений.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Исследования, результаты которых представлены в диссертационной работе, выполнялись в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 годы, подпрограмма «Белорусские недра», задание «Разработка геолого-информационных моделей кайнозойских отложений территории Беларуси для прогнозирования новых наиболее доступных месторождений минерального сырья и управления минерально-сырьевой базой» (2021–2025 гг., № ГР НИР 20211417).

Тема исследования соответствует приоритетному направлению научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021–2025 гг.: п. 3. Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование (полезные ископаемые и изучение недр).

Цель, задачи, объект и предмет исследования. *Цель исследования* – создание цифровой геологической модели кайнозойских отложений территории Брестской области как основы для детализации особенностей их геологического строения, прогноза новых наиболее доступных залежей минерального сырья и оценки перспектив освоения минерально-сырьевого потенциала региона.

Задачи исследования:

- разработать методику прогнозирования и оценки минерально-сырьевой базы ОПИ;
- проанализировать особенности геологического строения территории Брестской области;
- предложить способ пространственно-статистического анализа разрозненных данных геологических изысканий и алгоритм его реализации;
- сформировать геоинформационную геологическую модель кайнозойской толщи территории Брестской области;
- разработать подход к группировке земель территории Брестской области по приемлемости к освоению залежей строительного сырья;
- разработать обоснованную схему вовлечения прогнозных залежей ОПИ территории Брестской области в разработку.

Объектом исследования выступают кайнозойские отложения территории Брестской области.

Предметом исследования – приемы и способы цифрового моделирования особенностей геологического строения, пространственного распространения, генезиса, минерагенического потенциала кайнозойских отложений.

Научная новизна работы заключается в решении следующих научных и прикладных проблем: актуализации существующих методических подходов в области прогнозирования и оценки МСБ общераспространенных видов сырья; детализации характера строения поверхности погребенных горизонтов кайнозоя; разработке в среде ГИС приемов и способов обработки данных геологических изысканий; создании новых приемов и способов цифрового моделирования кайнозойских отложений, апробированных на примере территории Брестской области; формировании цифровых картосхем, дающих представление о мощностях горизонтов кайнозойской толщи Брестской области, а также картосхем минерагенического потенциала региона; обосновании подхода к группировке земель территории Брестской области по приемлемости к открытой разработке полезных ископаемых; создании обоснованной схемы рационального использования залежей ОПИ исследуемой территории.

Положения, выносимые на защиту:

1. Разработана комплексная методика прогнозирования и оценки залежей ОПИ, применимая для регионов любой площади и основанная более

чем на 40 критериях. Все критерии объединены в пять блоков по типу задач, которые они позволяют решать, и разделены в пределах каждого блока на две группы по необходимости их актуализации – универсальные и динамические. Результаты реализации отдельных блоков предложенной методики позволили получить комплексную картину состояния МСБ Брестской области; установить и оконтурить новые залежи минерального строительного сырья в регионе; провести классификацию залежей по приемлемости освоения с учетом специфики территории их размещения.

2. Геологическая модель кайнозойских отложений территории Брестской области, созданная на основе разновременных данных геологического бурения региона, с использованием компьютерных технологий, позволила детализировать особенности геологического строения региона. Модель сформирована как в объемном виде, так и в двухмерном формате, наиболее привычном профильным специалистам. Она представляет собой сконцентрированную систему геопространственной информации о структурных, литологических, горно-геологических особенностях строения кайнозойских отложений исследуемой территории. Может выступать основой для создания цифровых картосхем области и их оперативного обновления.

3. Группировка земель по отношению к возможности открытой добычи позволила выделить в границах Брестской области шесть групп земель: 1 – земли, наиболее пригодные для отвода под разработку ОПИ; 2 – земли, пригодные для отвода под разработку ОПИ; 3 – земли, отвод которых под разработку ОПИ допускается; 4 – земли, отвод которых под разработку ОПИ ограничивается; 5 – земли, отвод которых под разработку ОПИ крайне ограничивается; 6 – земли, отвод которых под разработку ОПИ запрещается. Для каждой из выделенных групп рассчитаны весовые коэффициенты и сформирована цифровая растровая модель, отражающая закономерности их пространственного распределения. Выполненная модель послужила основой для создания оценочных картосхем, показывающих возможность введения залежей ОПИ региона в отработку с учетом специфики территории размещения.

4. Классифицирование залежей ОПИ Брестской области по рациональному использованию на основе ГИС-анализа растровых покрытий послужило основой для формирования набора картосхем, отражающих приемлемость ввода залежей нерудных видов сырья области, установленных в ходе геологического моделирования территории, в освоение. Залежи на картосхемах сгруппированы в виде пяти классов: 1 – наиболее приемлемые для освоения; 2 – приемлемые для освоения; 3 – освоение которых допускается при наличии острого спроса на сырье; 4 – освоение которых крайне нежелательно; 5 – освоение которых невозможно.

Личный вклад соискателя заключается в сборе, целенаправленном анализе и систематизации обширного фактического материала (литературных и картографических источников), в том числе фондовых материалов геолого-съемочных и геологоразведочных работ (сформирована сводная БД, содержащая сведения более чем о 20 характеристиках по 5000 скважин, пробуренных на территории Брестской области; проведена генерализация данных о литологии пород и в соответствии с актуальной стратиграфической схемой скорректированы стратиграфические названия и индексы для 40 590 записей, содержащихся в БД); в разработке методики комплексной оценки МСБ ОПИ; разработке цифровой региональной геологической модели кайнозойской толщи территории Брестской области; разработке механизма введения в оценочную схему залежей ОПИ исследуемого региона критерия «Тип земель для разработки ОПИ»; выработке рекомендаций по рациональному освоению залежей ОПИ территории исследования.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Результаты диссертации были представлены и обсуждены на следующих международных и республиканских научных и научно-практических конференциях: «Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов» (Брест, 2019, 2023); «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (Трускавець, 2019); «Энергоэффективное строительство, безопасность инженерных объектов и мониторинг загрязнения окружающей среды» (Брест, 2020); «Геологічне, гідрологічне та біологічне різноманіття Полісся» (Рівне, 2020); «Устойчивое развитие: региональные аспекты» (Брест, 2020, 2022, 2023); Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых (Брест, 2020, 2021, 2022); «Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды» (Брест, 2021); «Молодежь в науке» (Минск, 2021, 2022).

Результаты диссертации используются в учебном процессе БрГУ имени А.С. Пушкина и БрГТУ, а также в научных исследованиях, проводимых в государственном предприятии «НПЦ по геологии» и в Институте природопользования НАН Беларуси.

Опубликованность результатов диссертации. Результаты диссертации опубликованы в 28 научных работах, в том числе: 10 статей в рецензируемых научных изданиях, соответствующих п. 18 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», объемом 7,59 авторского листа; 14 статей в сборниках материалов конференций; 3 тезисов докладов; депонированная работа «Методическое руководство по составлению цифровых структурно-геологических карт территории Республики Беларусь в среде ArcGIS».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из перечня сокращений и обозначений, введения, общей характеристики работы, 4 глав основной части, заключения, библиографического списка и приложения. Общий объем диссертации – 176 страниц, в том числе 58 рисунков на 29 страницах, 18 таблиц на 8 страницах, приложение на 11 страницах. Библиографический список, размещенный на 29 страницах, включает 299 наименований, из них 28 публикаций соискателя на 5 страницах.

Автор выражает искреннюю признательность к.т.н., доц. Н.Н. Шешко, чьими советами и консультациями она пользовалась на разных этапах своей работы. Глубокую благодарность автор выражает научному руководителю – член-корр. НАН Беларуси М.А. Богдасарову – за внимательное отношение, объективные замечания и всестороннюю помощь при подготовке диссертационной работы.

ГЛАВА 1

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКОЙ ТОЛЩИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ И РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕДР

В главе 1 охарактеризованы основные этапы региональных научных исследований кайнозойских отложений территории Брестской области и систематизированы взгляды о роли математических методов и информационных технологий в решении геологических задач.

Первые сведения о кайнозойских отложениях в границах изучаемой территории отражены в трудах И.И. Жилинского, А.Э. Гедройца, Е.В. Оппокова, П.А. Тутковского, опубликованных в конце XIX – начале XX вв. Широкий масштаб работы по исследованию кайнозойской толщи приобрели после 1945 г. Различными аспектами изучения отложений кайнозоя занимались известные специалисты: М.М. Цапенко, А.П. Карпинский, А.М. Жирмунский, Е.М. Гиммельштейн, Г.В. Богомолов, С.С. Манькин, С.С. Коржуев, В.А. Дементьев, Л.Ф. Ажгиревич, Э.А. Левков, В.Е. Бордон, В.К. Лукашев, З.М. Невмержицкая, А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, А.П. Пидопличко, А.А. Костко, Л.А. Нечипоренко, А.Н. Брусенцов, А.К. Карабанов, Р.А. Зинова, Я.И. Аношко, Т.В. Якубовская, Л. И. Матрунчик, Г.В. Зиновенко, Р. Г. Гарецкий, Э.А. Крутоус, Л.И. Мурашко и др. В выполненных данными авторами работах затрагивались вопросы генезиса отложений, их строения и состава, стратиграфии, прогнозной оценки на различные виды полезных ископаемых. Современные наработки о геологическом строении и минерагенических особенностях кайнозойской толщи юго-западной части Беларуси отражены в результатах многолетних исследований, проведенных в БрГУ имени А.С. Пушкина под научным руководством и при непосредственном участии М.А. Богдасарова.

Наиболее перспективным способом получения сведений о строении кайнозойских отложений региона и приуроченных к ним новых залежах минерального строительного сырья является обработка накопленного объема материалов геологического бурения с применением информационных технологий и методов компьютерного моделирования. Именно им отводится значимая роль в решении разноплановых задач геологической практики. Это подтверждается как многочисленными теоретико-методическими исследованиями в данном направлении (Дж. С. Дэвис, Ж. Матерон, М. ДеМеритт, В.В. Демьянов и Е.А. Савельева, Е. Martin и др.), так и фактическими примерами их использования (А. Липс, К.Е. Закревский, Г.И. Рудько, В.И. Поклонов, М. ДеМеритт, S. Nullans, J-D. Voissonnat и др.).

Однако, несмотря на достигнутые успехи в области геологического моделирования, существует проблема отсутствия конкретных знаний по особенностям моделирования недр территорий, к которым генетически приурочены ОПИ. Весьма насущной она является и для Брестской области ввиду особенностей ее геологического строения. Именно решению обозначенного актуального вопроса и посвящены следующие главы.

ГЛАВА 2

МЕТОДИКА ПРОГНОЗНО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБЩЕРАСПРОСТРАНЕННЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В главе 2 сформулированы обобщающие критерии прогноза и оценки залежей ОПИ и представлена разработанная для территории Брестской области Беларуси авторская методика прогнозирования и оценки залежей нерудного сырья.

Принимая во внимание специфические особенности, присущие ОПИ, предложена научно-обоснованная схема прогноза и геолого-экономической оценки данного вида ресурсов. Информационной основой для ее разработки послужили выполненные как на территории Республики Беларусь, так и в других странах профильные научные исследования. Отобранные в ходе проведенного анализа прогнозные и оценочные критерии были систематизированы в виде пяти блоков, приведенных ниже, и разделены на две группы – универсальные и динамические. Первые позволяют проводить оценку ОПИ на длительную перспективу, вторые – выполнить оценку, актуальную на период ее проведения.

1. Критерии анализа актуального состояния минерально-сырьевой базы региона

А) Универсальные: в ходе исследования не установлены.

Б) Динамические: количество разрабатываемых карьеров на единицу площади; потенциальный срок эксплуатации разрабатываемых месторождений; объем разведанных запасов; объем извлекаемых запасов.

II. Критерии выделения прогнозных площадей

А) Универсальные: стратиграфические; палеогеографические; структурно-тектонические; литологические; морфоструктурные; гляциодинамические; геоморфологические; неотектонические; палеогеоморфологические; горно-геологические; генетические; аэрокосмические.

Б) Динамические: минимальная рентабельная мощность пласта для отработки; допустимая предельная мощность вскрышных пород; коэффициент вскрыши.

III. Критерии оценки месторождений по степени приемлемости их к освоению

А) Универсальные: природно-ландшафтная ценность; экологический критерий.

Б) Динамические: удельная ценность недр; тип земельного участка; транспортная доступность.

IV. Критерии оценки минерагенического потенциала территории

А) Универсальные: в ходе исследования не установлены.

Б) Динамические: объем прогнозных ресурсов; плотность запасов минерального сырья; плотность месторождений.

V. Критерии геолого-экономической оценки месторождений

А) Универсальные: в ходе исследования не установлены.

Б) Динамические: национальное богатство; потенциальная стоимость минерального сырья в недрах; извлекаемая стоимость минерального сырья; товарная стоимость минерального сырья в недрах; стоимость проектно-изыскательских работ; плата за землю; стоимость поисковых и геолого-разведочных работ; стоимость горно-капитальных работ; стоимость строительно-монтажных работ; транспортные расходы; прочие инвестиционные издержки; природоохранные расходы; капитальные вложения в прирост оборотных средств; чистый доход; дисконтированный доход; совокупный доход.

Каждый из вышеприведенных блоков, включенных в оценочную схему, может выступать как один из этапов комплексной оценки минерально-сырьевых ресурсов региона либо применяться самостоятельно для решения отдельно поставленных задач. По каждому критерию, включенному в оценочную схему, даны подробные характеристики, предложены способы их математической визуализации.

Разработанная комплексная методика была положена в основу формирования структурно-логической схемы прогноза и оценки залежей нерудного сырья Брестской области. В соответствии с ней и выполнялась

настоящая диссертационная работа, включающая реализацию шести ключевых блоков, а именно:

- ***Систематизация накопленных сведений о геологическом строении Брестской области.*** Результатом его выполнения стал анализ геологического строения изучаемого региона и набор цифровых погоризонтных картосхем изопахит.

- ***Выбор программных средств для создания геологической модели.*** Итогом реализации стало обоснование перечня программных пакетов, необходимых для создания модели и решения ряда задач, возникающих в процессе моделирования.

- ***Цифровое геологическое моделирование.*** Результатом явились алгоритм автоматизированной обработки материалов геологического бурения, трехмерная цифровая геологическая модель региона и созданная на ее основе двухмерная модель.

- ***Группировка земель Брестской области по приемлемости к разработке залежей ОПИ.*** Итогом стал разработанный подход к группировке земель Брестской области по отношению к возможности открытой добычи и сформированная на основе него цифровая растровая модель.

- ***Классификация залежей ОПИ Брестской области по рациональному использованию.*** В результате был создан комплект эколого-геологических картосхем, отражающих благоприятность освоения залежей нерудных видов сырья в регионе с учетом типа земель, к которым они приурочены.

- ***Определение перспектив дальнейших исследований по прогнозу и оценке ОПИ Брестской области,*** которые с точки зрения автора видятся в дополнении предложенной схемы блоком оценки доступности залежей. Под ней в данном исследовании понимается близость / удаленность выявленных ресурсов относительно узлов потребления и существующей транспортной инфраструктуры.

ГЛАВА 3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В главе 3 представлен комплексный анализ геологического строения исследуемого региона как ключевого фактора, определяющего закономерности размещения его минерально-сырьевой базы и ее специфику.

Территория Брестской области расположена в западной части древней Восточно-Европейской платформы. С учетом глубины залегания поверхности пород кристаллического фундамента в ее границах выделяются следующие тектонические элементы: Подляско-Брестская впадина (восточная часть), Полесская седловина, Припятский прогиб (западная часть), Микашевичско-Житковичский выступ кристаллического фундамента, Ивацевичский погребенный выступ Белорусской антеклизы, Луковско-Ратновский горст, Волынская

моноклираль Вольно-Азовской плиты. Отложения осадочного чехла залегают повсеместно и объединяются в структурные комплексы, последовательно сменяющиеся в разрезе формационных рядов и разделенные перерывами в осадконакоплении. Данные комплексы соответствуют основным тектоническим этапам развития территории: готскому, раннебайкальскому, позднебайкальскому, каледонскому, герцинскому, киммерийско-альпийскому.

Наиболее широкое распространение среди пород платформенного чехла исследуемого региона получили кайнозойские отложения, в первую очередь четвертичные. Накопление кайнозойских отложений происходило на протяжении трех геологических периодов, отличающихся палеогеографическими условиями, оказавшими влияние на характер осадконакопления и современное строение осадочного чехла региона.

Отложения палеогеновой системы занимают значительные площади в границах области. Абсолютные отметки залегания их подошвы изменяются от 30–40 м на севере, северо-западе до 150 м на юге, юго-западе. Мощность на большей части региона равняется 20–30 м.

Отложения неогеновой системы в пределах Брестской области занимают обширные площади, перекрывая палеогеновые и подстилая четвертичные. Они залегают на абсолютных отметках 30–150 м, достигая максимальных значений на юго-западе. Средняя мощность составляет 15–20 м.

Отложения четвертичной системы повсеместно распространены на исследуемой территории и сплошным чехлом перекрывают образования более древних геологических систем. Мощность их варьируется от нескольких десятков до 240 м.

Поскольку перспективы дальнейшего развития МСБ Брестской области связаны именно с кайнозойскими отложениями, для уточнения особенностей их строения был сформирован набор погоризонтных картосхем изопакит (15 картосхем). Пример подобной картосхемы, созданной для отложений днепровского подгоризонта припятского горизонта (Q_2pr_1dn) четвертичной системы, показан на рисунке 1.

Представленный в рассматриваемой главе анализ геологического строения исследуемого региона обеспечил возможность проведения визуальной оценки корректности результатов, получаемых на разных этапах создания цифровой геологической модели данной толщи.

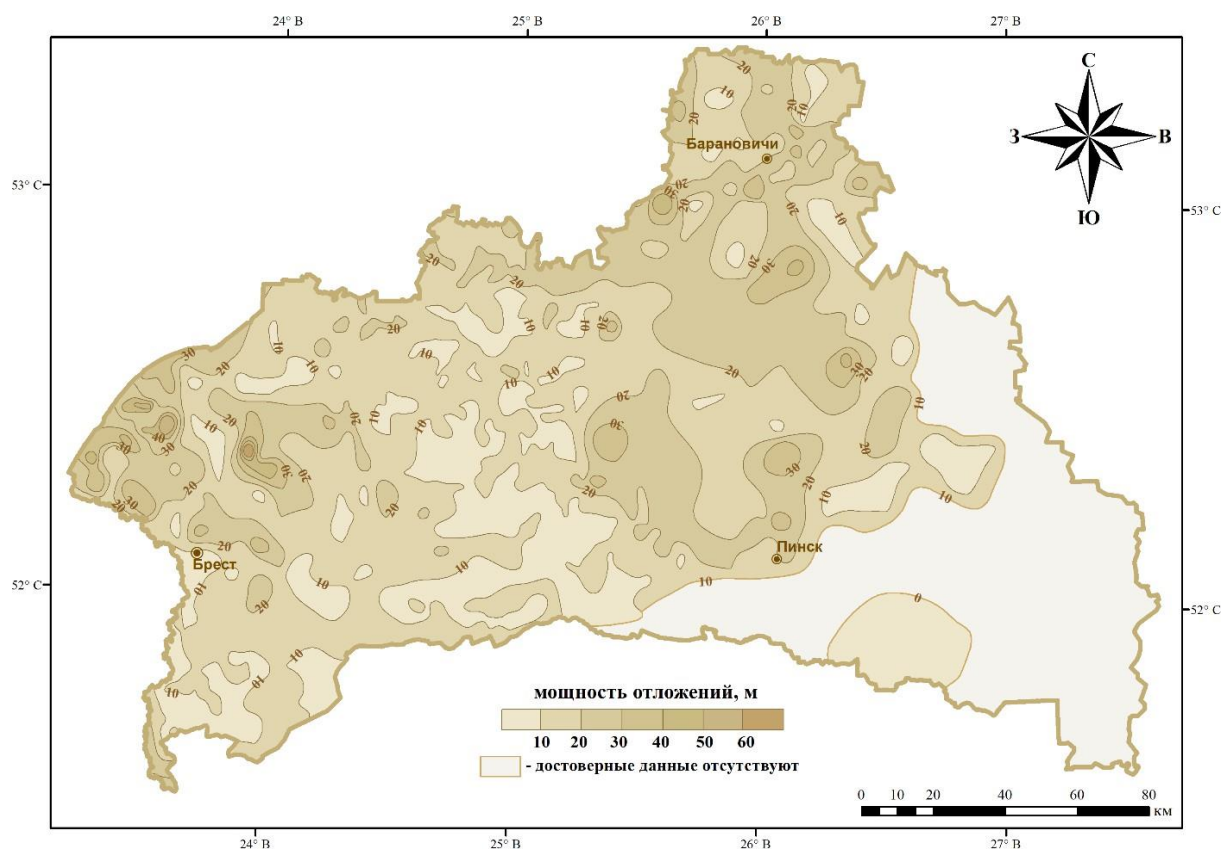


Рисунок 1 – Картосхема изопахит днепровского подгоризонта припятского горизонта (Q_{2gr1dn}) на территории Брестской области

ГЛАВА 4

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОЕНИЯ КАЙНОЗОЙСКОЙ ТОЛЩИ И ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕРУДНОГО СЫРЬЯ РЕГИОНА

В главе 4 раскрыты общие принципы построения цифровой геологической модели исследуемого региона, предназначенной для решения задачи прогнозирования залежей ОПИ, обоснован подход к группировке земель территории Брестской области по приемлемости к открытой добыче полезных ископаемых и предложена схема рационального ввода залежей ОПИ изучаемой территории в разработку.

Цифровая геологическая модель территории Брестской области представляет собой сконцентрированную систему данных о структурных, литологических и горно-геологических особенностях строения кайнозойской толщи региона. Исходными сведениями для ее создания выступали материалы буровой изученности территории.

Первым и весьма важным этапом моделирования стала обработка первичных данных. Для ее реализации применялся специально разработанный авторский алгоритм, основные этапы которого представлены на рисунке 2.

С целью автоматизации процесса обработки материалов геологического бурения по предложенному алгоритму в приложении ModelBuilder был создан специальный набор из четырех инструментов: «Поиск выбросов», «Подготовка данных и моделирование геологических поверхностей», «Постобработка грид-моделей», «Уравнивание грид-моделей». Данные инструменты позволили минимизировать временные и трудовые затраты на проведение процедуры обработки.

Верификация алгоритма (рисунок 2) доказала существенные преимущества его относительно формального подхода к созданию моделей строения недр, заключающиеся в обеспечении возможности получения более достоверных поверхностей с позиции отображения особенностей залегания пород и рельефа.

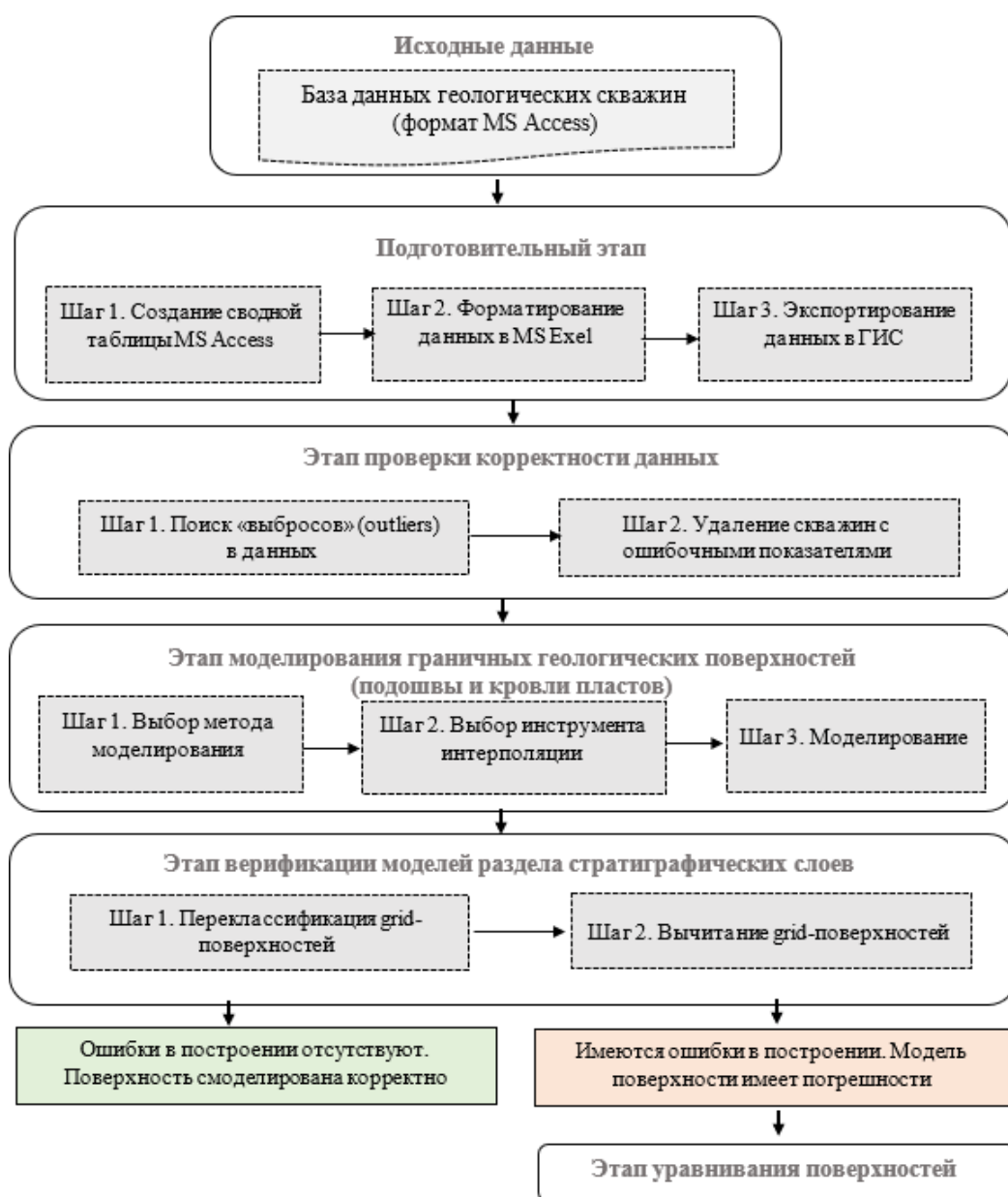


Рисунок 2 – Алгоритм, предусматривающий последовательность обработки данных, отражающих результаты геологических изысканий

Обработанные на основе предложенного алгоритма данные были использованы для построения цифровой геологической модели. В *объемном виде* модель состоит из множества выпуклых многогранников (рисунок 3) в трехмерном пространстве, смежные группы которых являются телами залежей осадочных пород, пригодных для рассмотрения в качестве потенциальных для освоения ресурсов нерудного сырья в регионе, и обеспечивает возможность проецирования упоминаемых групп выпуклых многогранников на плоскость карты.

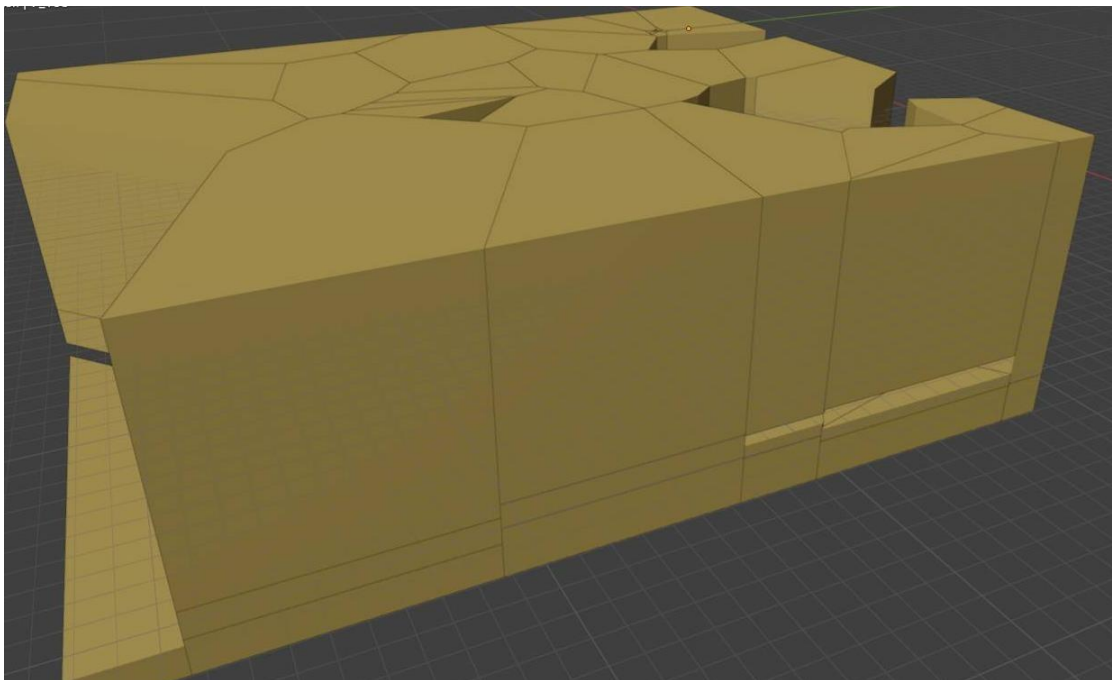


Рисунок 3 – Пример сформированной объемной модели, отражающей распределение залежей песка в толще четвертичных отложений на территории Жабинковского района Брестской области, авторский алгоритм

Для создания модели предложен авторский алгоритм. Он учитывает специфику исходных материалов (разреженная на отдельных участках и неоднородная сеть данных бурения), которая не позволила использовать для моделирования хорошо зарекомендовавшие себя на практике готовые инструменты, представленные в специализированных ГИС. Разработанный алгоритм основан на применении диаграммы Вороного и исполнен с применением самостоятельно разработанного модуля на языке программирования C++ и библиотеки Voro++ v.0.4.6 с открытым исходным кодом. Отображение модели осуществлялось посредством бесплатного профессионального открытого программного обеспечения Blender.

Процесс перехода от объемной модели к двумерному формату представления данных (именно он являлся основным, т.к. наиболее доступен и привычен с точки зрения анализа профильными специалистами) включал несколько последовательных этапов: 1 – разбиение объема трехмерного пространства на набор растровых поверхностей; 2 – трансформацию набора растровых слоев в класс точечных

пространственных объектов ArcGIS; 3 – обработку базы данных сформированного точечного слоя в программном пакете Wolfram Mathematica; 4 – формирование 2D модели на основе обработанных данных.

В *двухмерном виде* цифровая модель кайнозойской толщи территории Брестской области представляет собой структурированные в виде файловой базы геоданных ArcGIS наборы: 1 – векторных точечных слоев, полученных в ходе численной обработки «нарезанной» на слои объемной модели; 2 – растровых покрытий по каждому из 19 типов горных пород; 3 – классов полигональных объектов, отражающих предварительные границы распространения залежей ОПИ, их мощности, мощности перекрывающих отложений, отметки залегания. Она вполне может выступать платформой для расширения местной ресурсной базы нерудного сырья региона. Достоверность выделенных и представленных в ходе двухмерного моделирования контуров залежей ОПИ подтверждена результатами проведенной верификации.

Описанная двухмерная модель послужила основой для создания базового набора цифровых прогнозно-минерагенических картосхем региона, выполненного по наиболее значимым с точки зрения мощности и представительным в площадном отношении типам пород: пескам, валунно-гравийно-песчаным породам (песчано-гравийно-валунным породам), глинам, суглинкам и супесям, торфу. На рисунке 4 приведен пример такой картосхемы, сформированной по глинистым породам.

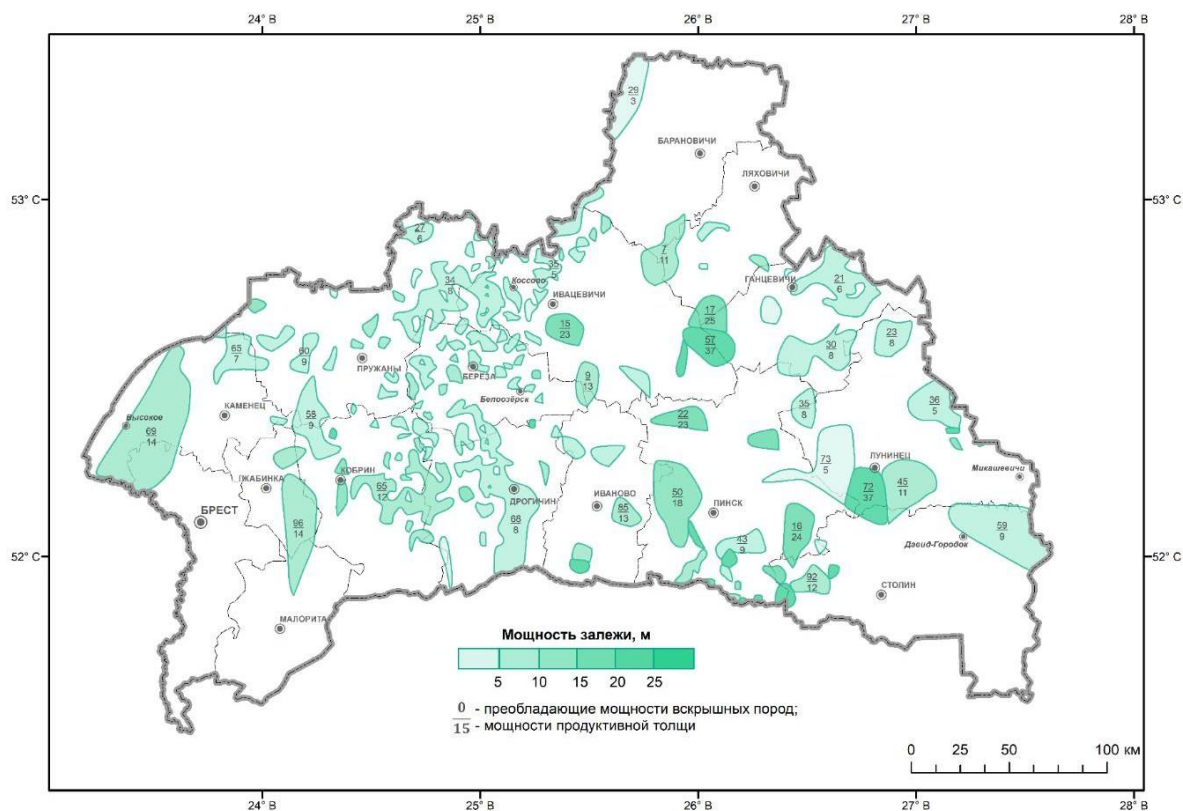


Рисунок 4 – Картосхема закономерностей размещения и прогноза залежей глин в кайнозойских отложениях на территории Брестской области

Как показывает практика, возможность / невозможность добычи общераспространенных видов сырья во многом определяется спецификой земель, в границах которых они размещаются. В связи с этим предложен подход к группировке земель Брестской области по приемлемости к открытой добыче и создана цифровая растровая модель (рисунок 5), отражающая степень приемлемости различных групп земель региона к освоению залежей строительного сырья.

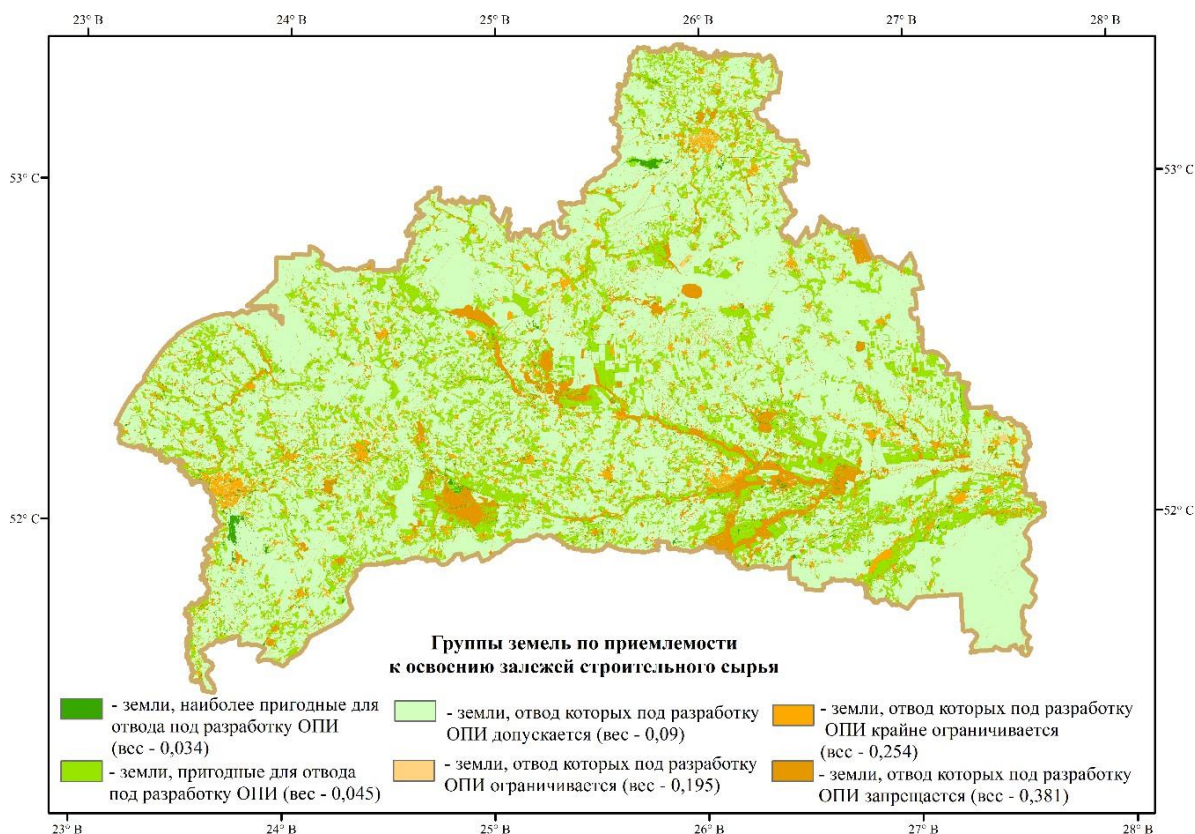


Рисунок 5 – Растровая модель, отражающая приемлемость различных групп земель Брестской области к освоению залежей строительного сырья

Для группировки земель исследуемого региона автором рассмотрены методы введения в схемы оценки ОПИ критериев, позволяющих учитывать особенности территории размещения залежей, апробированные при проведении оценочных исследований других регионов; проанализированы законодательные акты, действующие в Беларуси и определяющие условия предоставления земельных участков для осуществления деятельности, связанной с разработкой ОПИ; изучен подход к группировке земель по степени антропогенного воздействия на природные ландшафты, используемый в работе Б.И. Кочурова (2016). На основе проведенного анализа все земли были объединены в шесть групп: 1 – земли, наиболее пригодные для отвода под разработку ОПИ; 2 – земли, пригодные для отвода под разработку ОПИ; 3 – земли, отвод которых под разработку ОПИ допускается; 4 – земли, отвод

которых под разработку ОПИ ограничивается; 5 – земли, отвод которых под разработку ОПИ крайне ограничивается; 6 – земли, отвод которых под разработку ОПИ запрещается.

С целью обеспечения возможности использования разработанной классификации в ходе проведения интегральной оценки залежей строительного сырья Брестской области по каждой группе земель были рассчитаны весовые коэффициенты. Для этого применялось несколько наиболее популярных методов, основанных на экспертных оценках. При этом самые корректные результаты расчета применительно к задачам данного исследования были достигнуты на основе использования метода анализа иерархий Т. Саати (1993).

Вследствие создания растровой модели, отражающей приемлемость разных групп земель территории Брестской области к освоению ресурсов минерально-строительного сырья, стало возможным обоснование рациональной последовательности включения выделенных в результате цифрового геологического моделирования залежей ОПИ исследуемого региона в разработку. С этой целью в программном пакете ArcGIS 10.5 была проведена процедура комплексирования нескольких типов растровых поверхностей: 1 – растров мощностей выявленных перспективных площадей местных видов сырья; 2 – растров мощностей вскрышных пород над выявленными залежами; 3 – растра, показывающего доступность земель Брестской области к освоению ОПИ. По ее результатам стало возможным создание наборов картосхем двух типов.

1. Картосхем, дающих целостное представление о приемлемости разработки выявленных нерудных видов сырья области. Пример картосхемы такого комплекта представлен на рисунке 6.

2. Картосхем, дающих детальное представление о специфике каждой отдельной залежи, что может быть актуально при выработке стратегии освоения конкретного объекта недропользования потенциальными землепользователями. Пример такой картосхемы представлен на рисунке 7.

В созданных наборах картосхем все залежи сгруппированы в виде пяти классов: 1 – залежи, наиболее приемлемые для освоения; 2 – залежи, приемлемые для освоения; 3 – залежи, освоение которых допускается при наличии острого спроса на сырье; 4 – залежи, освоение которых крайне нежелательно; 5 – залежи, освоение которых невозможно.

Процедура отдельных этапов построения обоих комплектов картосхем была автоматизирована путем разработки в приложении ModelBuilder инструментов «Классификация залежей по рациональному использованию» и «Классификация залежи по возможности освоения».

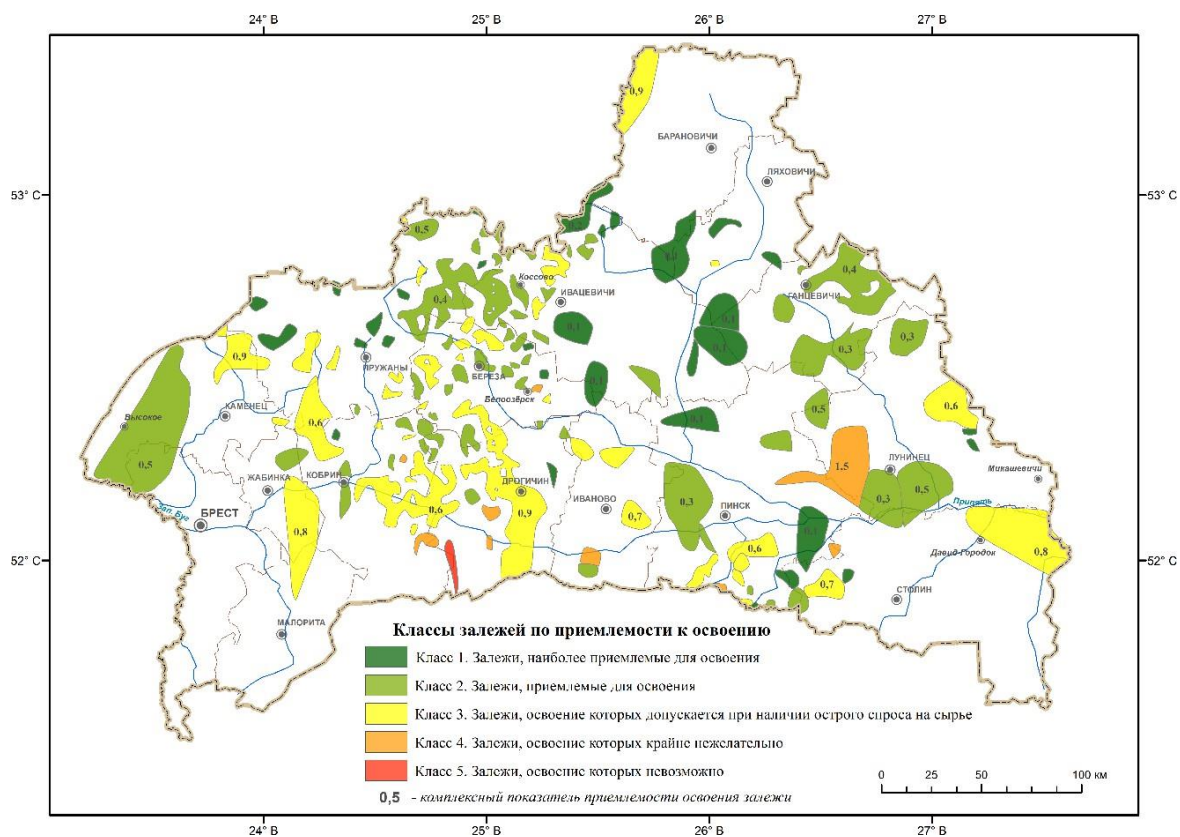


Рисунок 6 – Картограмма залежей глин Брестской области по перспективности освоения

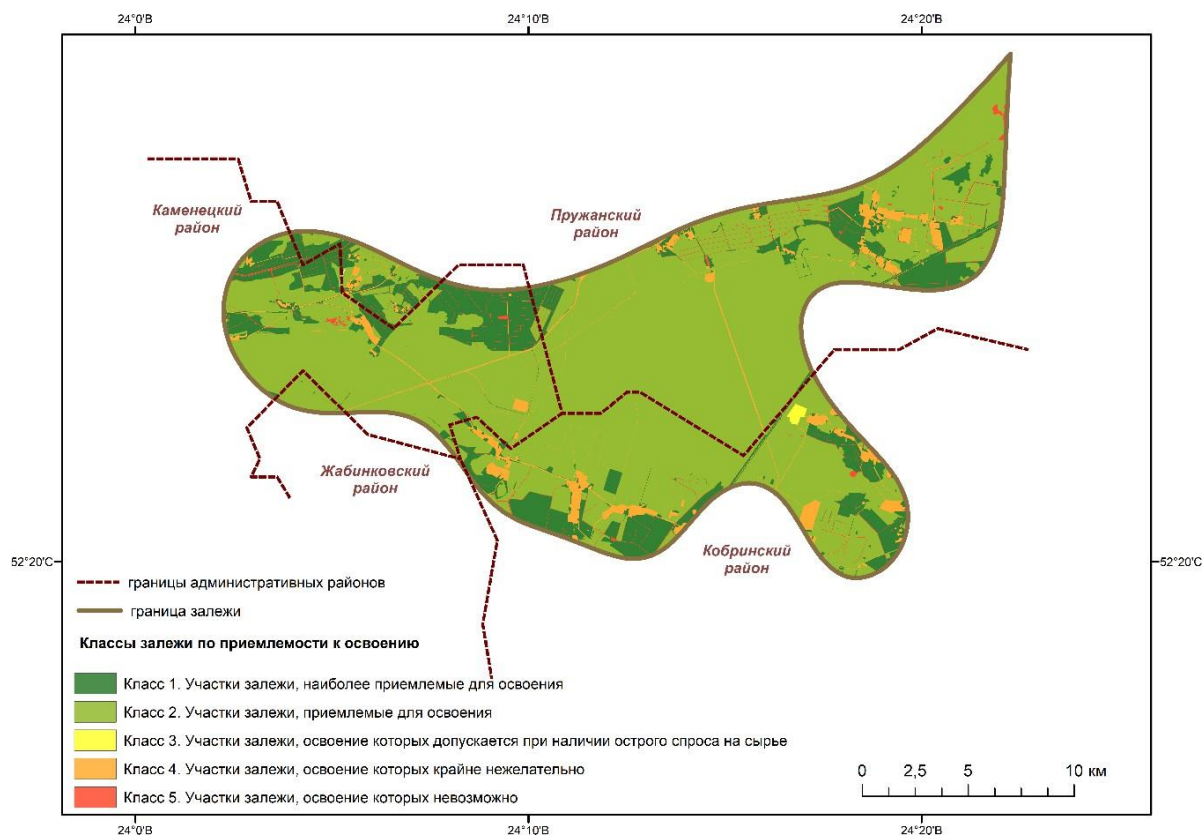


Рисунок 7 – Картограмма, отражающая приемлемость освоения отдельной залежи песчано-гравийных пород в пределах Брестской области

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

В настоящей работе впервые применены информационные технологии для создания геологической модели территории Брестской области, выступающей основой прогнозирования новых залежей минерального сырья региона.

1. Разработанная авторская методика оценки МСБ ОПИ, применимая для регионов любой площади, с обоснованием возможности реализации отдельных блоков оценочной схемы в компьютерной среде, позволила выработать общую стратегию прогноза и оценки залежей нерудного сырья Брестской области. Представленная в исследовательской работе методика разработана с учетом специфических особенностей ОПИ и включает отобранные в ходе проведенного анализа отечественной и зарубежной литературы критерии, применимость которых подтверждается их апробацией на примере конкретных территорий. Систематизация отобранных критериев приведена в виде пяти оценочных блоков, каждый из которых может выступать как один из этапов комплексной оценки минерально-сырьевых ресурсов региона либо использоваться самостоятельно для решения отдельно поставленных задач. Критерии в пределах блоков разделены на две группы – универсальные и динамические. Первые позволяют проводить оценку ОПИ на длительную перспективу, вторые – выполнить оценку, актуальную на период ее проведения. Разработанная схема классификации критериев прогнозирования может представлять особую ценность как для теоретической основы методологии поисков и оценки месторождений ОПИ, так и для практического применения [4; 9].

2. Анализ геологического строения исследуемого региона, выполненный с учетом многочисленного материала, накопленного предшественниками, показал, что перспективы дальнейшего развития МСБ области связаны, главным образом, с кайнозойской толщей. Для уточнения и детализации основных черт геологического строения горизонтов данной толщи был выполнен авторский набор картосхем изопахит. Представленные в ходе проведенного анализа сведения о палеогеографических особенностях развития исследуемого региона позволили сформировать системные представления об эволюции осадконакопления в его границах, что в свою очередь обеспечило возможность проведения визуальной оценки корректности результатов, получаемых на разных этапах моделирования [1; 2; 10; 12–15; 23].

3. Оригинальный алгоритм автоматизированного пространственно-статистического анализа разрозненных данных геологических изысканий обеспечил следующие возможности: проведение предварительного анализа данных геологического бурения территории Брестской области; поиск ошибок,

присутствующих в данных; минимизацию погрешностей, возникающих в ходе моделирования (за счет включенного в алгоритм механизма уравнивания поверхностей). Верификация работы предложенного алгоритма позволила установить существенные преимущества его относительно формального подхода, заключающиеся в обеспечении возможности получения более достоверных поверхностей с позиции отображения особенностей залегания пород и рельефа [1; 3; 5; 11; 13; 16–19; 28].

4. Авторская методика трехмерной реконструкции строения недр на основе разреженной и неоднородной сети данных геологического бурения, базирующаяся на применении диаграммы Вороного и обеспечивающая возможность последующего разделения объема трехмерного пространства на слои с заданным фиксированным шагом по глубине и дальнейшей численной обработкой растровых слоев с использованием авторского программного кода, позволила решить проблему многослойной структуры данных геологического бурения и послужила основой построения цифровой двухмерной геологической модели кайнозойских отложений территории Брестской области. Сформированная двухмерная модель, представленная в виде наборов файлов (цифровых грид-моделей, отражающих сведения о типах пород, их мощностях и мощностях вскрышных пород над ними, а также растров, дающих представление о структурно-геологических особенностях строения стратиграфических горизонтов кайнозойской толщи), структурированных в формате базы геоданных ArcGIS, позволила получить целостное представление о геологическом устройстве кайнозойских отложений, сформировать серию цифровых картосхем, отражающих особенности пространственной локализации выявленных в ходе моделирования залежей ОПИ региона [7; 10; 20; 21; 24; 25; 27].

5. Подход к группировке земель территории Брестской области, базирующийся на учете правовых норм, регламентирующих вопросы разрешений / ограничений отчуждения тех или иных видов земель для целей разработки залежей, действующих в Республике Беларусь, а также подходов, применяемых к классификации земель по приемлемости к добыче, реализованных для других регионов, позволил выделить 6 групп земель, отличающихся степенью возможности использования их для отработки. По каждой из предложенных групп были рассчитаны весовые коэффициенты и сформирована цифровая растровая модель, послужившая основой классификации залежей ОПИ по «рациональной последовательности» ввода их в освоение [6; 22; 26].

6. Разработанный в геоинформационной среде путем комплексирования растровых покрытий, дающих представление о мощностях выявленных перспективных площадей местных видов сырья и мощностях вскрышных пород над ними, с грид-моделью, показывающей доступность земель

Брестской области к освоению ОПИ, набор картосхем позволил обосновать «рациональную последовательность» вовлечения залежей нерудного сырья Брестской области в их освоение. Для автоматизации процедуры классификации залежей по приемлемости ввода в разработку с использованием приложения ModelBuilder был сформирован набор инструментов, позволяющих выполнять группировку залежей на основе результатов комплексирования в виде 5 классов: класс 1 – залежи, наиболее приемлемые для освоения; класс 2 – залежи, приемлемые для освоения; класс 3 – залежи, освоение которых допускается при наличии острого спроса на сырье; класс 4 – залежи, освоение которых крайне нежелательно; класс 5 – залежи, освоение которых невозможно [8; 10].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты могут быть использованы:

- в деятельности органов государственного управления в качестве информационной основы для разработки регионального плана действий по изучению, освоению, рациональному использованию залежей ОПИ территории Брестской области; оценке ресурсного потенциала и перспектив расширения МСБ в пределах региона;

- в работе производственных и научных организаций, занимающихся геологическим изучением недр для повышения скорости и эффективности решения ряда задач обработки данных геологического бурения.

Разработанный алгоритм обработки данных геологических изысканий, набор инструментов, предназначенный для автоматизации его работы, используются в учебном процессе и научно-исследовательской работе студентов кафедры географии и природопользования БрГУ имени А.С. Пушкина (акт внедрения от 09.06.2020), а также студентов кафедры природообустройства БрГТУ (акт внедрения от 11.09.2020). Сформированные на основе созданных картосхем веб-приложения «Каталог прогнозно-минерагенических карт», «Схемы рационального использования залежей ОПИ Брестской области» учитываются при научных исследованиях четвертичных отложений Беларуси в отделе четвертичной геологии филиала «Институт геологии» государственного предприятия «НПЦ по геологии» (акты внедрения от 04.05.2023). Составленные на основе созданных картосхем веб-каталоги с набором картосхем изопахит, а также набором цифровых картосхем, отражающих приемлемость ввода залежей нерудных видов сырья территории Брестской области в освоение, используются при изучении кайнозойских отложений региона в лаборатории современной геодинамики и палеогеографии Института природопользования НАН Беларуси (акты внедрения от 15.09.2023).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ
Статьи в научных рецензируемых журналах, соответствующих
требованиям ВАК

1. Структурно-геологическое моделирование палеоген-неогеновых отложений Подляско-Брестской впадины с применением ГИС-технологий / М. А. Богдасаров [и др.] // Літасфера. – 2020. – № 1 (52). – С. 37–48.

2. Богдасаров, М. А. Структурные особенности и вещественный состав палеоген-неогеновых отложений Брестского района / М. А. Богдасаров, Ю. Д. Кожанов, А. Н. Маевская // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2020. – № 1. – С. 78–84.

3. Маевская, А. Н. Алгоритм обработки данных геологических изысканий с применением ГИС-технологий (на примере материалов буровой изученности территории Брестской области) / А. Н. Маевская, Н. Н. Шешко, М. А. Богдасаров // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2020. – № 2. – С. 94–103.

4. Богдасаров, М. А. Методические подходы к прогнозированию и оценке ресурсов минерального строительного сырья / М. А. Богдасаров, Н. Н. Шешко, А. Н. Маевская // Літасфера. – 2021. – № 1 (54). – С. 138–146.

5. Маевская, А. Н. Структурное геологическое картирование четвертичных отложений Гродненской области с применением ГИС-технологий / А. Н. Маевская, Н. Н. Шешко, М. А. Богдасаров // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2021. – № 2. – С. 70–77.

6. Маевская, А. Н. Ранжирование земельного фонда административных районов Брестской области по приемлемости к освоению залежей строительного сырья / А. Н. Маевская, М. А. Богдасаров, Н. Н. Шешко // Природные ресурсы. – 2022. – № 2. – С. 45–56.

7. Геолого-генетическое моделирование кайнозойских отложений Брестской области с применением информационных технологий / А. Н. Маевская [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2023. – № 1. – С. 107–118.

8. Маевская, А. Н. Обоснование схем рационального использования залежей нерудного сырья Брестской области / А. Н. Маевская, М. А. Богдасаров, Н. Н. Шешко // Природопользование. – 2023. – № 1. – С. 135–150.

Статьи в зарубежных периодических научных изданиях

9. Богдасаров, М. А. Методические особенности прогноза и оценки общераспространенных полезных ископаемых / М. А. Богдасаров, А. Н. Маевская, Н. Н. Шешко // Разведка и охрана недр. – 2023. – № 3. – С. 45–52.

10. Богдасаров, М. А. Разработка и создание веб-атласа «Геологическое строение кайнозойской толщи Брестской области» / М. А. Богдасаров,

А. Н. Маевская, Н. Н. Шешко // Разведка и охрана недр. – 2023. – № 12. – С. 52–57.

Статьи в сборниках материалов научных конференций

11. Маевская, А. Н. Алгоритм построения моделей структурных геологических поверхностей с применением геоинформационных технологий / А. Н. Маевская // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 1000-летию г. Бреста, Брест, 12–14 сент. 2019 г. : в 2 ч. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. К. Карабанов, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест : БрГУ, 2019. – Ч. 1. – С. 92–95.

12. Геологическое строение и полезные ископаемые палеоген-неогеновых отложений территории Подляско-Брестской впадины / М. А. Богдасаров [и др.] // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування : матеріали шостої Міжнар. наук.-практ. конф., Трускавець, 7–11 жовт. 2019 р. : в 2 т. / Держ. комісія Укр. по запасах корисних копалин ; редкол.: Г. І. Рудько (гол. ред.) [і інш.]. – Київ : ДКЗ, 2019. – Т. 1. – С. 43–49.

13. Structural geological mapping of the Cenozoic sediments of the Brest region using GIS technologies / A. Maevskaya [et al.] // International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020) : Conference Materials, Brest, October 29–30, 2020 / Brest State Technical University ; N. Sheshko and U. Navaseltsau (Eds.). – Brest : BSTU, 2020. – Vol. 212. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201010>.

14. Кожанов, Ю. Д. Геологическое строение палеоген-неогеновых отложений в пределах территории Брестского района / Ю. Д. Кожанов, А. Н. Маевская // Устойчивое развитие: региональные аспекты : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 23–24 апр. 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: М. А. Богдасаров, И. В. Абрамова, Т. А. Шелест. – Брест : БрГУ, 2020. – С. 17–20.

15. Маевская, А. Н. Структурно-геологическое ГИС-картографирование строения палеоген-неогеновых отложений Подляско-Брестской впадины / А. Н. Маевская // XXII Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых : сб. материалов : Брест, 15 мая 2020 г. // М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест : БрГУ, 2020. – С. 43–45.

16. Маевская, А. Предварительный анализ пространственных геологических данных в ГИС с целью выявления локальных и глобальных выпадающих значений / А. Маевская, Н. Шешко, М. Богдасаров // Геологічне, гідрологічне та біологічне різноманіття Полісся : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Рівне, 20–22 трав. 2020 р. / М-во освіти і науки

України, Нац. ун-т водн. господар. і природокорист. ; редкол.: К. І. Деревська (гол. ред.) [і інш.]. – Рівне : НУВГП, 2020. – С. 93–97.

17. Маевская, А. Н. Уравнивание цифровых моделей поверхностей раздела стратиграфических слоев (на примере кайнозойских отложений территории Брестской области) / А. Н. Маевская // XXIII Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых : сб. материалов : Брест, 14 мая 2021 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест : БрГУ, 2021. – С. 21–23.

18. Маевская, А. Н. Автоматизация процесса построения структурных геологических карт в программной среде ARCGIS / А. Н. Маевская, Н. Н. Шешко, О. И. Грядунова // Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : материалы V Междунар. науч. конф., Брест, 27–29 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест : БрГУ, 2021. – Ч. 1. – С. 94–97.

19. Маевская, А. Н. Разработка структуры алгоритма обработки данных геологических изысканий / А. Н. Маевская, М. А. Богдасаров, Т. А. Шелест // Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : материалы V Междунар. науч. конф., Брест, 27–29 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест : БрГУ, 2021. – Ч. 1. – С. 90–93.

20. Маевская, А. Н. Концепция создания региональной геолого-информационной модели кайнозойских отложений территории Брестской области / А. Н. Маевская // Устойчивое развитие: региональные аспекты : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 21–22 апр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: М. А. Богдасаров, И. В. Абрамова, Т. А. Шелест. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 17–20.

21. Маевская, А. Н. Особенности структуры геолого-информационной модели кайнозойских отложений территории Брестской области / А. Н. Маевская // XXIV Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых : сб. материалов, Брест, 12 мая 2022 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 16–18.

22. Маевская, А. Н. Ранжирование земельного фонда территории Брестской области по приемлемости к разработке общераспространенных полезных ископаемых / А.Н. Маевская, М. А. Богдасаров, Н. Н. Шешко // Почвенные и земельные ресурсы: традиционные и инновационные подходы к изучению и управлению: мат-лы межд. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию

образования кафедры почвоведения и ГИС БГУ и 85-летию со дня рожд. В. С. Аношко, Минск, 21–24 сент. 2023 г. / Беларус. гос. ун-т; редкол.: А. Н. Червань (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2023. – С. 254–258.

23. Маевская, А. Н. Геологическое строение и минерально-сырьевой потенциал кайнозойских отложений Жабинковского района Брестской области / А. Н. Маевская, М. А. Богдасаров, Н. Н. Шешко // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. мат-лов VI Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 26–28 окт. 2023 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – Ч. 1. – С. 143–148.

24. Маевская, А. Н. Опыт создания веб-атласа «Геологическое строение кайнозойской толщи Брестской области» / А. Н. Маевская, М. А. Богдасаров, Н. Н. Шешко // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. мат-лов VI Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 26–28 окт. 2023 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – Ч. 1. – С. 149–154.

Тезисы докладов

25. Маевская, А. Н. Геолого-информационное моделирование как основа для прогнозирования ресурсов минерального строительного сырья / А. Н. Маевская // Молодежь в науке – 2021. Медицинские, физико-математические, физико-технические науки, химии и науки о Земле : тез. докл. XVIII Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 27–30 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2021. – Ч. 2. – С. 438–440.

26. Маевская, А. Н. Особенности ранжирования земельного фонда территории Брестской области по приемлемости к освоению залежей минерального строительного сырья / А. Н. Маевская // Молодежь в науке – 2022. Аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусство, медицинские, физико-математические, физико-технические, химия и науки о Земле : тез. докл. XIX Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 25–28 окт. 2022 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2022. – С. 650–652.

27. Маевская, А. Н. Цифровое геолого-генетическое моделирование строения кайнозойской толщи Брестской области / А. Н. Маевская // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сб. тез. докл. XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых в рамках Года мира и созидания, Брест,

27–28 апр. 2023 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. А. Волчек [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2023. – С. 118.

Депонированные научные работы

28. Маевская, А. Н. Методическое руководство по составлению цифровых структурно-геологических карт территории Республики Беларусь в среде ArcGIS / А. Н. Маевская, В. А. Крошинский ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест, 2021. – 28 с. – Деп. в ГУ «БелИСА» 13.07.2021, № Д202120.

РЕЗЮМЕ

Маевская Анна Николаевна

ГИС-моделирование строения кайнозойских отложений территории Брестской области в связи с оценкой перспектив освоения сырьевой базы общераспространенных полезных ископаемых

Ключевые слова: геологическая модель, кайнозойские отложения, ГИС-технологии, общераспространенные полезные ископаемые, минерагения, Брестская область.

Цель исследования – создание цифровой геологической модели кайнозойских отложений территории Брестской области как основы для детализации особенностей их геологического строения, прогноза новых наиболее доступных залежей минерального сырья и оценки перспектив освоения минерально-сырьевого потенциала региона.

Методы исследования: аппроксимации, геоинформационный, геостатистический, картографический, классификации, компьютерного моделирования, экспертных оценок.

Полученные результаты и их новизна: разработана методика прогноза и оценки ОПИ, учитывающая специфику данного вида сырья; разработан алгоритм обработки данных геологического бурения; создана цифровая геологическая модель, отражающая сведения о строении кайнозойской толщи исследуемого региона и ее минерагеническом потенциале; предложен научно-методический подход к обоснованию вовлечения в разработку залежей ОПИ Брестской области.

Рекомендации по использованию: результаты исследования рекомендуются к использованию в деятельности органов исполнительной власти на территории Брестской области, производственных и научных организаций, занимающихся геологическим изучением недр, учреждений высшего образования.

Степень использования: теоретические положения и практические результаты работы использованы в образовательном процессе кафедры географии и природопользования БрГУ имени А.С. Пушкина и кафедры природообустройства БрГТУ, а также учитываются при научных исследованиях кайнозойских отложений в филиале «Институт геологии» государственного предприятия «НПЦ по геологии», лаборатории современной геодинамики и палеогеографии Института природопользования НАН Беларуси.

Область применения: общая и региональная геология, рациональное природопользование, территориальное планирование и управление, учебный процесс.

РЭЗІЮМЭ

Маеўская Ганна Мікалаеўна

ГІС-мадэляванне будовы кайназойскіх адкладаў тэрыторыі Брэсцкай вобласці ў сувязі з ацэнкай перспектывы асваення сыравіннай базы агульнараспаўсюджаных карысных выкапняў

Ключавыя словы: геалагічная мадэль, кайназойскія адклады, ГІС-тэхналогіі, агульнараспаўсюджаныя карысныя выкапні, мінерагенія, Брэсцкая вобласць.

Мэта даследвання – стварэнне лічбавай геалагічнай мадэлі кайназойскіх адкладаў тэрыторыі Брэсцкай вобласці як асновы для дэталізацыі асаблівасцей іх геалагічнай будовы, прагнозу новых найбольш даступных адкладаў мінеральнай сыравіны і ацэнкі перспектывы асваення мінеральна-сыравіннага патэнцыяла рэгіёна.

Метады даследвання: апраксімацыі, геаінфармацыйны, геастатыстычны, картаграфічны, класіфікацыі, камп’ютарнага мадэлявання, экспертных ацэнак.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: распрацавана метадыка прагнозу і ацэнкі АКВ, якая ўлічвае спецыфіку дадзенай разнавіднасці сыравіны; распрацаваны алгарытм апрацоўкі дадзеных геалагічнага свідравання; створана лічбавая геалагічная мадэль, якая адлюстроўвае інфармацыю пра будову кайназойскай тоўшчы Брэсцкага рэгіёна і яе мінерагенічным патэнцыяле; прапанаваны навукова-метадычны падыход да абгрунтавання ўключэння ў распрацоўку адкладаў АКВ Брэсцкай вобласці.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: вынікі даследвання прапануюцца да выкарыстання ў дзейнасці органаў выканаўчай улады на тэрыторыі Брэсцкай вобласці, вытворчых і навуковых арганізацый, якія займаюцца геалагічным вывучэннем нетраў, устаноў вышэйшай адукацыі.

Ступень выкарыстання: тэарэтычныя палажэнні і практычныя вынікі работы выкарыстаны ў адукацыйным працэсе кафедры геаграфіі і прыродакарыстання БрДУ імя А.С. Пушкіна і кафедры прыродаўпарадкавання БрДТУ, а таксама ўлічваюцца пры навуковых даследваннях кайназойскіх адкладаў у філіяле “Інстытут геалогіі” дзяржаўнага прадпрыемства “НВЦ па геалогіі”, лабараторыі сучаснай геадынамікі і палеагеаграфіі Інстытута прыродакарыстання НАН Беларусі.

Сфера выкарыстання: агульная і рэгіянальная геалогія, рацыянальнае прыродакарыстанне, тэрытарыяльнае планаванне і кіраванне, навучальны працэс.

SUMMARY

Mayeuskaya Anna

GIS modelling of the structure of the Cenozoic sediments of the Brest region in connection with the assessment of prospects for the development of the raw material base of commonly occurring mineral resources

Keywords: geological model, Cenozoic sediments, GIS-technologies, commonly occurring mineral resources, minerageny, Brest region.

The purpose of the research – creation of a digital geological model of the Cenozoic sediments of the Brest region as a basis for detailing the peculiarities of their geological structure, forecasting the new most accessible mineral deposits and assessing the prospects for the development of mineral and raw material potential of the region.

Research methods: approximation, geoinformational, geostatistical, cartographic, classification, computer modelling, expert assessments.

The results obtained and their novelty: the methodology of COMR forecasting and evaluation, taking into account the specificity of this type of raw materials, was proposed; the algorithm of geological drilling data processing was developed; a digital geological model was created, reflecting the information about the structure of the Cenozoic strata of the studied region and its mineralogenic potential; a scientific and methodological approach to the justification of involvement in the development of COMR deposits in the Brest region was proposed.

Recommendations for use: the results of the study are recommended for use in the activities of executive authorities in Brest region; production and scientific organizations involved in the geological study of subsurface resources; higher education institutions.

Extent of use: theoretical provisions and practical results of the work are used in the educational process of the Department of Geography and Nature Management of Brest State University named after A. S. Pushkin and the Department of Environmental Management of BSTU, and will also be taken into account in scientific research of Cenozoic sediments in the branch "Institute of Geology" of the state enterprise "SPC for Geology", laboratory of modern geodynamics and palaeogeography of the Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus.

Field of application: general and regional geology, environmental management, spatial planning and management, educational process.



Подписано в печать 16.05.2024.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,57. Тираж 60 экз. Заказ № 222.

ФТИ НАН Беларуси.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/12 от 21.11.2013.
220084, ул. Академика Купревича, 10, г. Минск.