

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ПОСТРОЕНИИ ПОГОРИЗОНТНЫХ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНЫХ КАРТ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ

М. П. Оношко, В. А. Крошинский, М. А. Подружая, А. В. Шидловская
Научно-производственный центр по геологии, филиал «Институт геологии»,
ул. Купревича 7, 220141 Минск, Республика Беларусь; onoshko_m44@mail.ru

Геологические карты являются основным источником информации при проектировании поисковых и разведочных работ, проведении инженерно-геологических изысканий, решении проблем развития минерально-сырьевой базы и экологии, регулирования пользования недрами и других аспектов хозяйственной деятельности, в учебном процессе при подготовке специалистов геологов.

Для хранения геологической информации, быстрого удобного доступа к ней на основе местоположения и создания на базе этих данных высококачественных карт разного назначения наилучшим образом подходит GIS-технология. Использование таких карт облегчает разработку и реализацию стратегических вопросов изучения и рационального использования недр страны. Карта, построенная в GIS, является базой данных, что позволяет выводить на экран именно ту информацию, которая в данный момент необходима, будь то результат осадконакопления за определённый период времени, либо карта распространения отложений определённого генетического типа на исследуемой территории.

При создании геологических карт разных территорий в GIS руководствуются общей легендой, что облегчает использование, а также сведение двух геологических карт. При устаревании легенды любой её элемент легко заменить на новый.

Если на карте была обнаружена неточность, допущенная при её создании, то её устранение происходит на уровне вектора и не занимает много времени.

На базе геологической карты созданной в GIS возможно построение любой другой карты опирающейся на геологическую базу (гидрогеологическая, геоэкологическая и т. д.).

Создание геологических карт в GIS открывает большие возможности для использования этой информации и в природоохранных целях. Составленные атрибутивные таблицы, включающие в себя и мощность отложений, и их состав, способствуют рациональному использованию недр (выявлению новых участков строительных полезных ископаемых и подземных вод) и мониторингу их состояния.

Целью наших исследований является создание с помощью GIS-технологий комплекта структурно-геологических карт горизонтов четвертичных отложений Республики Беларусь на основе интерпретации данных о геологическом строении отложений четвертичной системы.

Фактическим материалом послужат фондовые и литературные геологические материалы. В данном сообщении рассмотрено создание геологических карт в GIS на примере Логойского р-на. Оно проводилось на основе информации 3 листов геологической карты масштаба 1 : 200 000 и 18 листов геологических, гидрогеологических карт и карт геолого-генетических комплексов масштаба 1 : 50 000. Для построения схем было использовано 186 колонок буровых скважин.

В результате работы были созданы пять цифровых моделей карт: структурная карта дочетвертичной поверхности, карта мощности четвертичных отложений и структурные карты поверхностей березинского горизонта, а также днепровского и сожского подгоризонтов.

Выполнение работ по созданию GIS-проекта геологической карты масштаба 1 : 50 000 происходило в несколько этапов.

На первом этапе обрабатывалась информация, которая имеется в материалах филиала Белорусской комплексной геофизической экспедиции и Государственного предприятия «Белгосгеоцентр». Были использованы отчёты, графические и табличные приложения к ним. Для уточнения отображённой на картах информации использовались сведения по колонкам буровых скважин, а также информация по физико-механическим свойствам различных генетических и литологических разновидностей горных пород. Картографический материал сканировался в максимальном разрешении, полученные растровые цифровые изображения сохранялись в форматах tiff и jpg.

На втором этапе происходила привязка растровых изображений в системе географических координат. При привязке использовалась проекция Гаусса-Крюгера, система Пулково 1942, зона № 5. Поскольку картографический материал в различных отчётах имел разные номенклатурные наименования и размеры листов, привязка растровых изображений по существующей схеме разграничения листов 1 : 50 000 была невозможна. Нами применялся способ привязки по множеству точек, опирающихся на отметки высот существующих топографических карт, ориентированных в аналогичной системе географических координат. Для привязки одного листа карты по участку использовалось от 10 до 50 опорных точек. При трансформации растровых изображений использовался метод сплайн. После привязки всех листов одного участка создавался шейп-файл (формат shp) с границами, согласно контуру участка.

Третий этап заключался в создании геологической карты масштаба 1 : 50 000 путём разделения шейп-файла на отдельные полигоны. На полигоны разделялись все генетические разновидности горных пород. После выделения всех полигонов происходило заполнение атрибутивной таблицы с полем «code». В нём отображалось многообразие всех стратиграфических подразделений участка [1].

На четвёртом этапе происходило сведение границ и создание общего шейп-файла трёх участков на которых находится территория Логойского р-на. В связи с отсутствием одного из листов карты Плещеницкого участка, недостающий материал был взят с геологической карты Логойского участка масштаба 1 : 200 000. Затем с помощью операции Clip были выделены полигоны находящиеся непосредственно на территории изучаемого района. Окончательное оформление карты производилось согласно государственным стандартам введёнными в действие в 2013 г. [2].

Построение карты дочетвертичной поверхности для территории Логойского р-на, началось со сбора фактических сведений о буровых скважинах в архивах филиала Геофизической экспедиции и Государственного предприятия «Белгосгеоцентр». Отбирались скважины преимущественно колонкового бурения находящиеся в пределах Логойского р-на, а затем и близлежащие соседних районов, для уточнения краевых частей карты.

Был создан точечный шейп-файл, на который, согласно картам фактического материала, были нанесены отметки скважин (117 скважин на территории Логойского р-на и 31 за его пределами). В атрибутивную таблицу были внесены характеристики

скважин: номер, возраст отложений залегающих под четвертичными отложениями, абсолютные отметки устья и поверхности дочетвертичной толщи.

Используя инструменты Spatial Analyst (инструменты Spatial Analyst-Интерполяция-Естественная окрестность) по показателю абсолютных отметок дочетвертичной поверхности был построен РАСТР файл рельефа дочетвертичной поверхности, на основе которого, с помощью инструментов Spatial Analyst (инструменты Spatial Analyst-Поверхность-Изолиния), были проведены изогипсы поверхности дочетвертичной толщи. Согласно методам интерполяции шейп-файл был разбит на полигоны с разным возрастом дочетвертичных отложений. Оформление карты производилось согласно государственным стандартам.

Для построения карты мощностей четвертичных отложений на изучаемом участке использовалась растровая модель современного рельефа в формате bil. С помощью инструментов Spatial Analyst (инструменты Spatial Analyst-Математические-Minus) из растрового изображения современного рельефа был вычтен рельеф дочетвертичной поверхности и по полученным показателям построена растровая модель мощности четвертичных отложений. Таким образом произошло поочередное вычитание из значений ячеек первого раstra значение ячеек второго раstra, а затем визуализация полученной информации.

С помощью инструментов Spatial Analyst уже упоминавшихся выше, по полученному растровому изображению была построена модель изопахит, и затем совмещена с изображением мощностей.

Начальные этапы построения GIS модели гидрогеологической карты масштаба 1 : 50 000 повторяют первых два шага по созданию геологической карты масштаба 1 : 50 000 Логойского р-на. Затем путём разрезания шейп файлов на полигоны была создана группа слоёв представляющих из себя при наложении модель гидрогеологической карты. Отдельные шейп файлы предназначались для: группы водоносных комплексов залегающих первыми от поверхности; водопроницаемых, но безводных отложений; и для каждого водоносного горизонта, залегающего ниже первых от поверхности. Все полигоны условно делились на водосодержащие и несодержащие воду, что отражалось в атрибутивной таблице в графе «Code».

Затем производилось сведение трёх участков в один, как и при построении геологической карты. С помощью операции Clip (инструменты Spatial Analyst-Анализ-Clip) были выделены полигоны, находящиеся в пределах Логойского р-на. Дальнейшее оформление и компоновка карты производилось в соответствии с государственными стандартами.

В результате создания цифровой модели геологической карты четвертичных отложений Логойского р-на стало возможным составление принципиально новой схемы месторождений строительных полезных ископаемых. Используя возможности GIS, новая схема будет обладать максимальной точностью учёта всех залежей полезных ископаемых с их точной пространственной привязкой. Новая схема будет работать как для одного определённого вида сырья, так и для выявления комплексных месторождений, а также будет учитывать наличие естественных и искусственных ограничений на разработку месторождений (населённые пункты, пути сообщения, природоохранные и водоохранные территории и т. п.).

Основой рассматриваемой схемы является максимально точная карта четвертичных отложений, в атрибутивной таблице которой указаны такие показатели как мощность, генезис и литология четвертичных отложений. Подробность разделения полигонов по литологическим показателям и грациям

мощности напрямую влияет на качество и точность выделения перспективных площадей строительных полезных ископаемых.

Работа по составлению схемы строительных полезных ископаемых была разбита на ряд этапов. В ходе работы был использован весь доступный опубликованный и фондовый фактический материал по данной территории, в том числе 186 колонок буровых скважин.

На первом этапе нами была построена модель рельефа поверхности кровли второго от поверхности слоя. Вычитая из цифровой модели современного рельефа полученную поверхность, мы получили схему распределения мощности первого от поверхности горизонта. Карта, вместе с контрольными точками в виде скважин снабдила нас информацией для введения нового показателя атрибутивной таблицы – «Мощность первого горизонта», который был необходим для подсчёта «Предполагаемых объёмов» («Мощность первого горизонта» * «Площадь полигона»).

На следующем этапе для определения перспективных участков в атрибутивной таблице выставлялись фильтры соответствующие геологическим критериям прогнозирования тех или иных строительных полезных ископаемых. Выборка производилась одновременно по показателям – «Генезис», «Литология», «Мощность первого горизонта» и «Предполагаемый объём» (табл.).

В результате схема полезных ископаемых представляет собой графическое изображение контуров зон обладающих только заданными характеристиками (рис.). Эти участки пригодны для дальнейших поисковых работ и оценке запасов выделенных перспективных участков.

Таблица – Схема составления фильтров, основанных на геологических критериях [3]

Тип	Генезис	Литология	Мощность первого горизонта	Предполагаемый объём
Глинистое сырьё	Аллювиальный, озёрный, ледниковый, озёрно-ледниковый, лёссовый	Глины, глины ленточные, глины опесчаненые	>2–3 м	≥0,5 млн м ³
Песчано-гравийные смеси	Аллювиальный, озёрный, флювиогляциальный, озёрно-ледниковый	Гравийно-песчаные породы, песок разнозернистый и крупнозернистый с гравием, галькой, валунами	>1,5–2,0 м	≥1 млн м ³
Строительные пески	Аллювиальный, конечно-моренный, моренный, флювиогляциальный, озёрно-ледниковый, эоловый	Песок, песок тонко-, мелко-, средне-, крупнозернистый, песок разнозернистый	>1 м	≥1 млн м ³

Анализ полученных данных показывает, что наиболее крупные перспективные площади гравийно-песчаного и гравийного сырья заключены в конечно-моренные ледниковые и флювиогляциальные отложения крупных конусов выноса. Песчаный, хорошо сортированный материал заключен в контура флювиогляциальных долинно-зандровых отложений, а также в аллювиальные отложения надпойменных террас, ложбин стока талых ледниковых вод и эоловые аккумуляции. Кирпично-черепичные глины и суглинки тяжёлые на рассматриваемой территории соответствуют лимногляциальным аккумуляциям и реже – конечно-моренным.

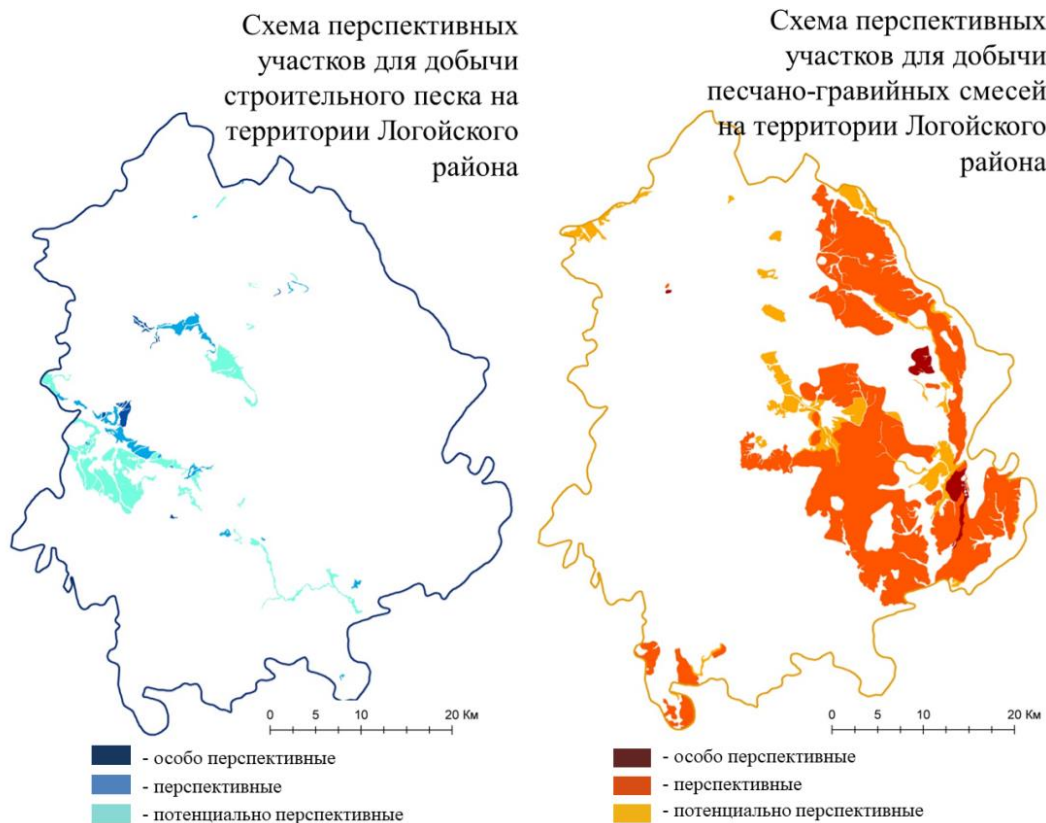


Рисунок – Схемы перспективных участков добычи строительных материалов Логойского р-на

Разработанная схема позволит автоматизировать, значительно снизить время и затраты необходимые для оценки перспектив любой заданной территории на наличие продуктивных площадей строительных полезных ископаемых. Предложенная схема может быть использована на других участках развития конечно-моренных образований равнинных областей.

Создание карт не является конечным результатом работы геоинформационной системы, не являющейся статичным элементом. Дальнейшие этапы работы GIS заключаются в мониторинге и оперативном изменении информации, а также в статистической обработке, анализе и возможности прогнозирования географически привязанной информации. Таким образом, с разработкой и широким практическим внедрением геоинформационных систем и электронных карт, а также спутниковых и космических систем и технологий сбора данных, геология приобрела новые мощные средства создания информационных ресурсов.

GIS предлагает совершенно новый путь развития картографии, преодолевая главные недостатки традиционных карт: их статичность и ограниченную ёмкость. GIS управляет визуализацией объектов карты, позволяя работать с теми из них, которые интересуют нас в данный момент. Фактически при этом осуществляется переход от сложных, часто перегруженных карт, к серии взаимосвязанных карт специализированных объектов, что обеспечивает высокую структурированность информации и позволяет её эффективно использовать и анализировать. Основным и самым явным плюсом карты, построенной в GIS, является то, что она является базой данных, что позволяет выводить на экран именно ту информацию, которая в данный

момент необходима, будь то результат осадконакопления за определённый период времени, либо карта распространения отложений определённого генетического типа на исследуемой территории.

Библиографические ссылки

1. *Минина Е. А., Борисов Б. А., Заррина Е. П. и др.* Методическое пособие по составлению мелкомасштабных карт четвертичных образований к госгеолкарте-1000/3. СПб.: ВСЕГЕИ, 2005. 144 с.
2. СТБ 17.04.02–02–2013. Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Геологические карты. Условные обозначения. Минск: Госстандарт, 2013. 54 с.
3. Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию БелНИГРИ / Редкол.: П.З. Хомич [и др.]. Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. 534 с.

УДК 550.849

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ ПО ДАННЫМ БУРОВЫХ РАБОТ В ПРОГРАММЕ ВЕКТОРНОЙ ГРАФИКИ ADOBE ILLUSTRATOR

Т. А. Жидкова

Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; tazhydkova@gmail.ru

Внутреннее строение земной коры, а особенно её верхних горизонтов, является предметом пристального внимания строителей при планировании и возведении сооружений. Объективная оценка состава и строения грунтовых толщ, определение положения уровня грунтовых вод являются обязательными условиями для обеспечения безопасности эксплуатации водопроводных, автомобильных, теплогазопроводных трасс, строительных площадок промышленного и гражданского строительства, карьеров строительных материалов, а так же позволяют учесть такие нежелательные геологические процессы как подтопление и затопление.

Располагая перечисленными сведениями, с учётом региональных особенностей верхних горизонтов земной коры на том или ином участке строительства, геологи-проектировщики смогут принять наиболее эффективные решение при инженерно-геологической оценке территории. Инженерно-геологическая оценка лежит в основе планов, проектных, рабочих и оперативных документов, регламентирующих размещение сооружений, выбор их типов и конструкций, способов строительства, а так же реализацию мероприятий по рациональному использованию и охране природных ресурсов, в том числе геологической среды. Таким образом, инженерно-геологическая оценка является результатом специального анализа данных о компонентах геологической среды, получаемых в результате проведения геологической съёмки среднего масштаба, а также данных буровых работ.

Основным геологическим документом разведочных работ является буровой журнал – журнал документации буровых скважин. В журнале, после общей характеристики выработки, по мере выполнения работ, выполняется послойное описание пород, где учитывается мощность слоёв и отметки их границ; номера взятых проб и глубина их отбора; литологическое описание пород, наименование грунта, его цвет, структура, наличие включений; уровень подземных вод (глубина наблюдаемого