

ГІС-ТЭХНАЛОГІІ У ГЕАЛОГІІ • ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГИИ • GIS-TECHNOLOGIES IN GEOLOGY

УДК 550.8.013:551.7 (476.5)
<https://doi.org/10.65207/1680-2373-2026-1-98-107>

Поступила в редакцию: 20.11.2025
Принята к печати: 27.03.2026

ОСОБЕННОСТИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ ТОЛЩИ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ СОЖСКОГО СТАДИАЛЬНОГО ПОДГОРИЗОНТА ПРИПЯТСКОГО ГОРИЗОНТА СРЕДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА

А. Б. Торбенко, А. Н. Галкин

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова
Московский проспект, 33, 210038, Витебск, Беларусь
E-mail: torbenko_a@mail.ru; galkin-alexandr@yandex.ru

В статье представлен опыт создания геолого-информационной модели сожского стадиального подгоризонта припятского горизонта среднего плейстоцена Витебской области. Основой для моделирования послужила база данных буровой изученности территории, включающая информацию более чем о 2300 скважинах, расположенных в пределах области. Для обработки и визуализации данных использовались программные продукты ArcGIS, QGIS, SAGA GIS и другие. В работе описаны этапы подготовки исходных данных, выбор методов интерполяции, построение цифровых моделей поверхностей кровли и подошвы сожского стадиального подгоризонта припятского горизонта среднего плейстоцена. Применение ГИС-технологий позволило детализировать особенности залегания сожских отложений, оценить их мощность и пространственную изменчивость, что создает основу для прогнозирования разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых, приуроченных к данному подгоризонту, с учетом рационального недропользования.

Ключевые слова: четвертичные отложения, сожский стадиальный подгоризонт, геoinформационная система, ArcGIS, QGIS, SAGA GIS, 3D-моделирование, цифровая модель поверхности, интерполяция, Витебская область.

ВВЕДЕНИЕ

Четвертичные (Q) отложения получили повсеместное распространение на территории Витебской области. Они сплошным чехлом перекрывают более древние породы. Их мощность варьирует в широких пределах: от нескольких десятков метров до более чем 250 м. Минимальные мощности отмечаются на участках с высоким залеганием коренных горных пород или вблизи их выходов на земную поверхность (например, по берегам и в русле Западной Двины у г.п. Руба на окраине Витебска). Максимальные мощности четвертичной толщи (до 294 м) приурочены к глубоким ледниковым ложбинам и крупным ледниковым возвышенностям [2; 3; 9].

В составе четвертичной толщи основное место принадлежит ледниковым и водно-ледниковым отложениям среднего и верхнего плейстоцена; подчиненное место занимают разновозрастные (от среднего плейстоцена до голоцена) аллювиальные, озерные, болотные и другие континентальные осадки. Основной чертой строения четвертичного покрова Витебской области является отсутствие нижнеплейстоценовых и ограниченное распро-

странение среднеплейстоценовых отложений. Главный формообразующий комплекс — это аккумуляции поозерского горизонта [2; 9].

Широкое многообразие литологического состава четвертичных отложений Витебской области обуславливает высокий минерально-сырьевой потенциал региона, особенно в части строительных материалов [1]. В то же время четвертичные отложения играют ключевую роль в формировании инженерно-геологических условий, определяя устойчивость оснований сооружений, режим подземных вод и развитие экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов. Все это в совокупности обуславливает актуальность исследований четвертичных отложений в Витебском регионе, включая изучение состава и условий залегания этих образований и их картографирование. При этом следует отметить, что современные геологические исследования в настоящее время стали активно развиваться в направлении создания цифровых трехмерных моделей, позволяющих не просто фиксировать информацию на карте, а комплексно анализировать строение недр, прогнозировать ресурсы и оценивать экологические риски.

В этой связи актуальной задачей становится разработка методик 3D-моделирования четвертичной толщи на основе современных ГИС-технологий.

В качестве объекта исследований нами определен сожский стадияльный подгоризонт припятского горизонта среднего плейстоцена, отличающийся сложностью строения в четвертичной толще Витебского региона (рис. 1). Отложения данного подгоризонта распространены довольно широко, отсутствуя лишь на севере и северо-западе Полоцкой низины, северо-западных склонах Городокской возвышенности и на отдельных участках долины Западной Двины и Днепра. Представлены они водно-ледниковыми и моренными образованиями. Их мощность в среднем составляет 35–60 м. Самые большие мощности (60 и более метров) приурочены к сожским рывинам палеоврезов в пределах Видзовского и Полоцко-Чашникского региональных понижений (гляциодепрессий) в поверхности коренных пород. К таким рывинам относятся Видзовская, Поставская, Верхнедвинская, Чашникская, а также фрагменты палеоложбин у гг. Глубокое, Лепель и г.п. Бешенковичи (см. рис. 1) [3; 9].

Целью настоящей работы послужила разработка методики построения трехмерной модели стратиграфических горизонтов толщи четвертичных отложений территории Витебской области на примере сожского стадияльного подгоризонта припятского горизонта среднего плейстоцена.

В рамках исследования решались следующие **задачи**:

- формирование и верификация базы данных по геологическому строению четвертичной толщи региона;
- выбор оптимальных методов интерполяции и программного обеспечения для построения стратиграфических поверхностей;
- создание цифровых моделей кровли и подошвы сожского стадияльного подгоризонта припятского горизонта;
- визуализация и интерпретация полученных результатов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основным источником информации послужила республиканская база данных «Буровая изученность территории Республики Беларусь», содержащая 166 330 записей по 2323 скважинам на территории Витебской области и прилегающих районов.

База данных представляет собой файл, подготовленный в системе управления базами данных (СУБД) Microsoft Access, и состоит из пяти таблиц:

Слои, Литология, Источники, Скважины, Стратиграфия. Запись по каждой скважине включает координаты скважины, глубину залегания и мощность вскрытых горизонтов, литологическое описание и стратиграфическую привязку. Как и большинство СУБД она имеет встроенные инструменты анализа, выборки и классификации. Следует отметить, что в ходе выполнения исследований ставились задачи, реализация которых лежит за рамками таких возможностей. Для их решения нами разрабатывалось программное приложение, представляющее инструмент автоматического поиска и систематизации данных о глубинах залегания подошвы и кровли отдельных стратиграфических толщ, а также других характеристик [7]. Формат представления результатов анализа позволяет использовать их для загрузки в геоинформационную систему (ГИС) и систему автоматизированного проектирования (САПР) с целью построения моделей геологических структур.

На начальных этапах в качестве основной платформы проекта использовался коммерческий пакет ArcGIS, обладающий широким набором инструментов для пространственного анализа и 3D-визуализации. Однако в связи с интенсивным развитием мощных полнофункциональных геоинформационных систем с открытым исходным кодом, а также изменениями на рынке программного обеспечения значительная часть проекта перенесена на платформу QGIS, построение и анализ растров в SAGA GIS [10; 11]. Это программное обеспечение в последнее время активно применяется в научных и производственных целях в Республике Беларусь.

Для оцифровки растровых топографических карт масштаба 1:100 000 и 1:200 000 вспомогательно применялась свободно распространяемая версия интеллектуального векторизатора Easy Trace. При необходимости создания высокоточных моделей локальных участков использовался беспилотный комплекс DJI Phantom. Материалы, полученные в результате беспилотной съемки, обрабатывались с помощью российского фотограмметрического программного продукта Agisoft Metashape. Кроме того, были проведены эксперименты по моделированию поверхностей разных масштабов с помощью модуля Geonics системы автоматизированного проектирования nanoCAD [4; 8].

Таким, образом, в процессе исследований был подобран комплекс программных решений, на основе которого удалось создать и объединить в единой геолого-информационной системе полновесные масштабные геоинформационные модели и сложные инженерные построения высокой точности.

генетические обозначения: а — аллювиальные, l — озерные, b — болотные, la — озерно-аллювиальные, f — флювиогляциальные, lg — лимногляциальные, g — моренные, gt — конечно-моренные;

фациальные обозначения: прогляциальные фацции: f^{pd} — дельтовые, Ig^{pm} — мелководные озерно-ледниковые, Ig^{pb} — глубоководные; маргинальные фацции: f^d — дельтовые, gt^r — чешуйчатая (напорная) морена; субгляциальные фацции: g^m — морена вытаивания, g^{em} — фацция основной морены с отторжениями, g^d — дислоцированная морена, g^b — базальная морена, f — отложения тоннельных рытвин, Ig^{ob} — озерно-ледниковые глубоководные;

стратиграфические обозначения четвертичных отложений: Q₃prz — поозерский, Q₃prz^{bs} — образование браславской стадии поозерского оледенения, Q₂pr^{ot} — отложения оршанской стадии, Q₃mr — муравинский горизонт, Q₂pr₂sh — сожский подгоризонт припятского горизонта, Q₂pr₁dn — днепровский подгоризонт, Q₂alk — александрийский горизонт, Q₂bz — березинский, Q₂nr — наревский горизонт; дочетвертичных отложений: D₂pl — полоцкий горизонт среднего девона, D₂ks — костюковичский горизонт, D₂gr — горюдовский горизонт, S₁ — нижний силур

Методика построения моделей. Методика 3D-моделирования состояла из следующих этапов.

1. Подготовка и верификация данных. Была проведена фильтрация записей, касающихся сожского подгоризонта, а также проверка координат скважин и корректировка ошибок, связанных с глубинами залегания. Особое внимание уделялось устранению выбросов данных и несоответствующих значений.

2. Выбор метода интерполяции. В результате экспериментов как в ArcGIS, так и в программном обеспечении QGIS — SAGA GIS было установлено, что для решения исследовательских задач и обеспечения объективности результатов предпочтительным является метод Ordinary Kriging (обычный кригинг).

3. Построение цифровых моделей. На основе интерполированных данных были разработаны растровые модели (GRID) для кровли и подошвы сожского подгоризонта с пространственным разрешением 50 м. Кроме того, проводились эксперименты по созданию модели поверхностей с использованием nanoCAD Geonics, что дало возможность рассчитывать объемы отложений. Модель мощности была получена как разность между поверхностями кровли и подошвы исследуемых отложений.

4. Визуализация и анализ. Были выполнены рендеры трехмерной модели (или 2-х мерные изображения 3-D моделей, созданные с использованием программного обеспечения) в средах QGIS 3D View и nanoCAD. Также были созданы карты гипсометрии кровли и подошвы сожских отложений, карты мощности и профили разрезов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Подготовка и верификация данных. Первичная автоматизированная обработка материалов базы данных «Буровая изученность территории Республики Беларусь» осуществлялась с использованием встроенных аналитических инструментов, методов выборки и классификации в СУБД Microsoft Access. В результате фильтрации данных были выделены сведения о скважинах с отложениями сожского подгоризонта и нерасчлененными четвертичными отложениями на территории Витебской области и соседних районов. Это было необходимо для корректного создания модели на пограничных участках. Собранные материалы были экспортированы в QGIS для дальнейшего анализа и визуализации. Информация о глубине залегания сожского подгоризонта в нерасчлененных комплексах интерпретировалась на основе общих геологических условий, что позволяло либо исключать, либо уточнять данные. Особое внимание было уделено устранению аномальных и некорректных значений.

Несмотря на то что Microsoft Access обладает встроенными функциями для анализа данных, они оказались недостаточными для целей данного исследования. В связи с этим, как уже упоминалось ранее, было разработано специализированное программное обеспечение (ПО). Оно предназначено для анализа геологических данных по слоям в каждой скважине, и определения глубин залегания верхних и нижних границ (кровли и подошвы) стратиграфических горизонтов [7].

Программное обеспечение создано на основе открытого языка программирования Java и использует виртуальную машину, входящую в состав Java Development Kit (JDK) версии 21. Для упрощения разработки и управления зависимостями применялись Apache Maven, а также библиотеки UCanAccess (версия 5.0.1) и Log4j (версия 2.24.3). Все эти инструменты и библиотеки распространяются свободно, на условиях Open Source лицензий.

Разработанное ПО представляет собой кросс-платформенное настольное приложение, которое может работать на любой операционной системе, поддерживающей установку JDK версии 21 и имеющей графический интерфейс. Графический интерфейс пользователя реализован с использованием стандартных библиотек Java: AWT и Swing.

Приложение позволяет не только извлекать и отображать данные из БД «Буровая изученность территории Республики Беларусь», но и экспортировать их в формат CSV. Это открывает возможности для дальнейшей обработки и визуализации в таких программах, как Excel или QGIS.

С помощью разработанного приложения был проведен структурированный анализ данных по Витебской области, результаты которого впоследствии использовались для моделирования условий залегания стратиграфических горизонтов и легли в основу решения задач прогнозирования и планирования рационального недропользования на территории региона (рис. 2).

На завершающей стадии первичной подготовки данных информация о глубинах залегания подошвы и кровли горизонта была приведена к единой системе отсчета — абсолютным высотам над уровнем Балтийского моря. Для этого использовались данные о высотных отметках устьев скважин.

Выбор метода интерполяции. При площади около 40 000 км², свыше 1000 точек значений и перепаде глубин не более 200 м формируется достаточно плотная и репрезентативная выборка для построения качественной поверхности стратиграфического горизонта. Это вполне достаточная база для применения геостатистических методов.

Исследования проводились как в ArcGIS, так и в программном комплексе QGIS — SAGA GIS, однако по указанным выше причинам было принято решение проводить основное моделирование и анализ на базе последнего.

В рамках решения поставленной задачи были протестированы несколько методов интерполяции, учитывающие такие факторы, как плотность скважин, их регулярность, разброс значений, наличие ориентированных структур, возможность верификации полученных результатов (рис. 3).

В результате проведенных экспериментов, для интерполяции данных о глубине залегания геологических структур был выбран метод Ordinary Kriging (обычный кригинг). Это обусловлено следующими преимуществами:

- учет пространственной взаимосвязи. Метод учитывает, как значения данных связаны между собой в пространстве, что особенно важно при неравномерном распределении скважин (точек измерений);
- минимизация ошибки. Ordinary Kriging обеспечивает наилучшую линейную несмещенную оценку (BLUE — Best Linear Unbiased Estimator), то есть минимизирует среднюю ошибку интерполяции;

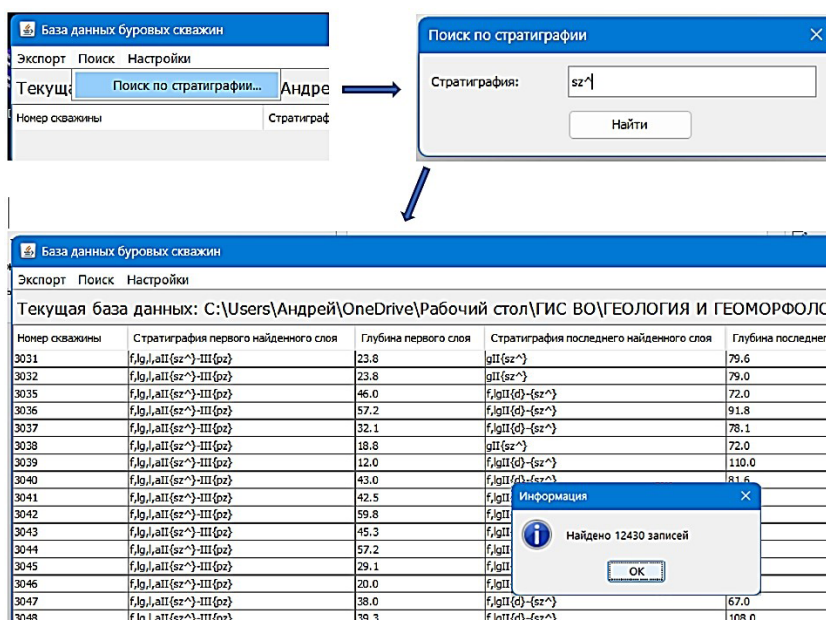


Рисунок 2 — Интерфейс авторского приложения для обработки материалов базы данных буровой изученности Витебской области

– моделирование анизотропии. Метод позволяет учитывать направленность геологических структур;

– оценка надежности. Предоставляет карту стандартного отклонения, что позволяет оценить точность модели в областях между точками измерений;

– стабильность вариограммы. При наличии более 1000 точек данных, статистика вариограммы (основной инструмент кригинга) является достаточно надежной.

Таким образом, Ordinary Kriging является оптимальным методом интерполяции для построения поверхностей кровли и подошвы рассматриваемого стратиграфического подгоризонта. Это обусловлено высокой плотностью скважин (примерно 1 скважина на 40 км²), способностью метода учитывать пространственную структуру данных, минимизировать ошибку прогноза и обеспечивать геологически обоснованные результаты.

Построение цифровых моделей. В процессе исследований рассматривались два основных подхода к моделированию рельефа сожских отложений: создание GRID и TIN-моделей. TIN-модель позволяет более точно отображать резкие изменения рельефа, предотвращает чрезмерное сглаживание и дает возможность производить расчеты объемов и площадей поверхности. Тем не менее, из-за высоких требований к вычислительным ресурсам, необходимости ручной корректировки «террасного эффекта» в речных долинах и сложности интеграции с другими растровыми слоями ГИС (такими как гидрография, почвы и растительность) основной акцент был сделан на использование GRID-моделей. Она обеспечивает достаточную точность при меньших затратах времени и ресурсов и легко интегрируется в общую структуру геоинформационной системы.

Существует общее мнение, что инструменты интерполяции и моделирования в QGIS несколько уступают аналогам из ArcGIS. Однако система автоматизированного научного геоанализа SAGA GIS, которая устанавливается вместе с QGIS,

предлагает широкий набор возможностей и настроек для создания высококачественных моделей [5]. Для моделирования кровли и подошвы исследуемого подгоризонта были использованы шейп-файлы, созданные в QGIS, в которых по результатам предварительной обработки были установлены соответствующие поля глубин залегания поверхностей. С помощью SAGA GIS были разработаны два грида, представляющих моделируемые поверхности отложений сожского стадияльного подгоризонта, и экспортированы в QGIS в формате GeoTIFF для трехмерной визуализации (рис. 4).

Для проведения экспериментов, связанных с генерацией горизонталей поверхностей, были использованы стандартные инструменты QGIS вкладки «Растр» (рис. 5) [6].

Для дальнейших исследований нами был выбран модуль nanoCAD Geonics, что обусловлено несколькими причинами. Во-первых, программа позволяет создавать объемные модели толщ отложений на основе двух поверхностей. Во-вторых, она оснащена встроенными инженерными инструментами для

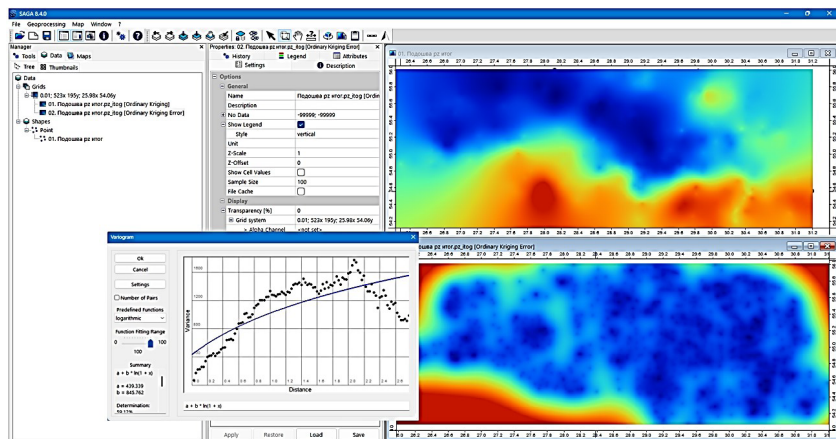


Рисунок 3 — Процесс подбора параметров интерполяции для построения модели поверхности сожских отложений Витебской области

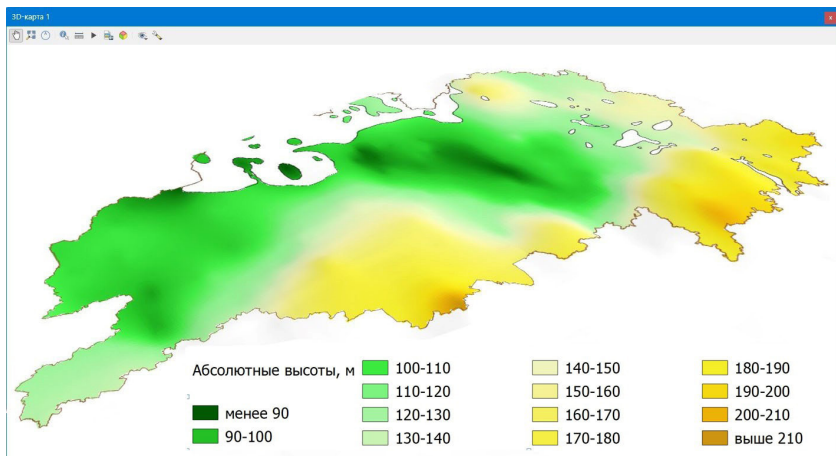


Рисунок 4 — Рендер GRID-модели поверхности сожских отложений в окне 3-D вида QGIS

определения морфометрических характеристик моделей, таких как площади и объемы. В-третьих, что

немаловажно, существует возможность использования лицензионной версии данного программного обеспечения для научных целей.

Основной процесс моделирования объектов в nanoCAD Geonics включает создание проекта, загрузку исходных данных для построения поверхностей (в данном случае использовались горизонталы в шейп-формате) и генерацию самих поверхностей. Используя встроенные инструменты, нами была подготовлена модель для расчета объема всего сожского подгоризонта (рис. 6).

Важно подчеркнуть, что полученная нами расчетная модель, в сочетании с цифровой моделью литологического состава сожских отложений (рис. 7), открывает возможность для точного определения объемов каждой литологической разности в составе подгоризонта.

Таким образом, проведенные работы по трехмерному моделированию отложений сожского стадияльного подгоризонта среднего плейстоцена в составе общей модели четвертичной толщи исследуемого региона легли в основу региональной геолого-информационной системы четвертичных отложений Витебской области (рис. 8).

Эта система объединяет:

- пространственные данные по буровым скважинам;
- цифровые модели всех стратиграфических горизонтов и подгоризонтов;
- цифровые карты, отражающие мощность и вещественный состав стратиграфических единиц;
- цифровую картографическую информацию о месторождениях полезных ископаемых;
- блок для оценки экологических последствий при добыче полезных ископаемых.

Такой комплексный подход позволяет не только наглядно представить геологическое строе-

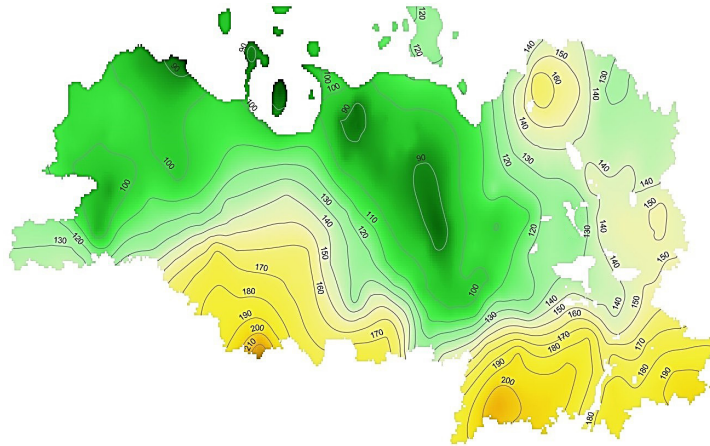


Рисунок 5 — Горизонталы, сгенерированные по GRID-модели поверхности сожских отложений Витебской области

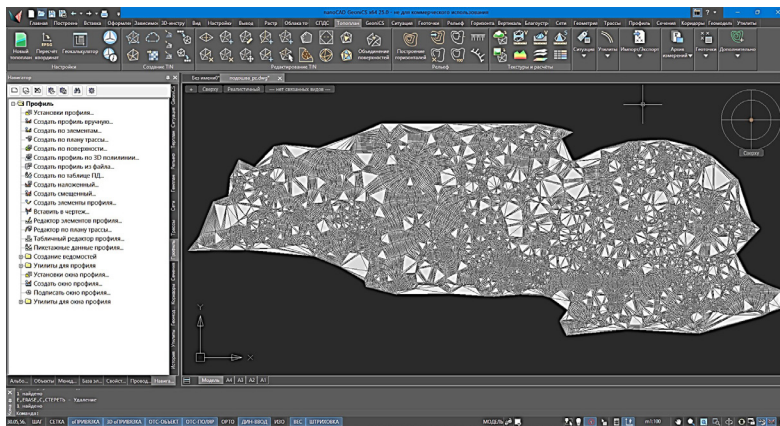


Рисунок 6 — Построение расчетной модели поверхности сожских отложений Витебской области в nanoCAD Geonics для последующего определения их морфометрических (площадных и объемных) характеристик

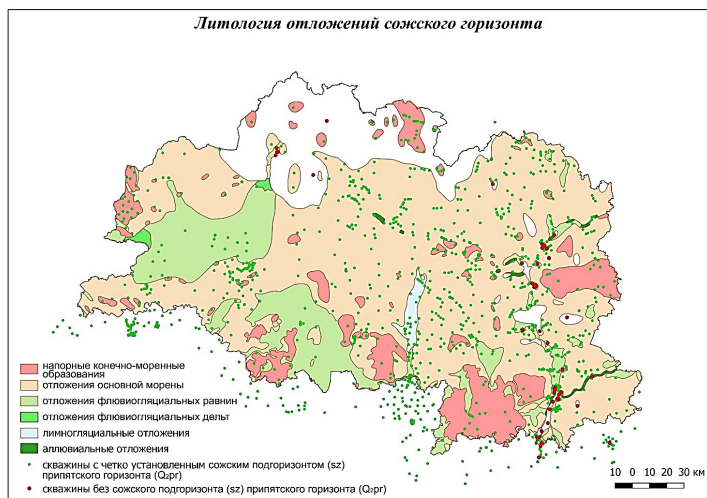


Рисунок 7 — Визуализация литологического состава отложений сожского стадияльного подгоризонта припятского горизонта среднего плейстоцена Витебской области

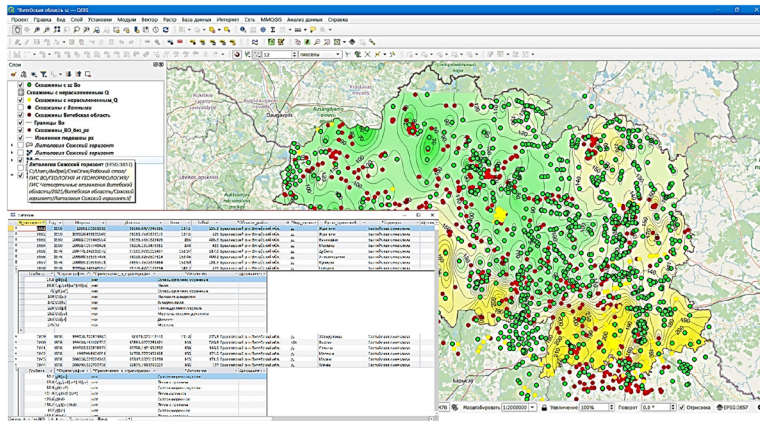


Рисунок 8 — Визуализация данных геолого-информационной модели по сожскому стадияльному подгоризнту припятского горизонта среднего плейстоцена Витебской области

ние всей четвертичной толщи Витебской области, но и проводить глубокий пространственный анализ, выявлять перспективные зоны добычи полезных ископаемых, оценивать риски и прогнозировать последствия хозяйственной деятельности.

ВЫВОДЫ

1. Разработана и протестирована методика трехмерного моделирования четвертичных отложений на примере сожского стадияльного подгоризнта припятского горизонта среднего плейстоцена Витебской области с применением современных геоинформационных технологий (ArcGIS, QGIS, SAGA GIS).

2. На основе анализа более 2300 буровых скважин созданы цифровые модели кровли, подошвы

основой экологического мониторинга и управления минерально-сырьевой базой региона.

5. Перспективы дальнейших исследований включают расширение модели на другие стратиграфические горизонты, интеграцию данных дистанционного зондирования и использование методов машинного обучения для автоматической классификации геологических структур.

Исследование выполнено в рамках задания 10.4.02 «Разработка геолого-информационных моделей кайнозойских отложений территории Беларуси для прогнозирования новых наиболее доступных месторождений минерального сырья и управления минерально-сырьевой базой» подпрограммы 10.4 «Белорусские недра» Государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Галкин, А. Н.** Минерагения четвертичных отложений территории Витебской области / А. Н. Галкин, А. В. Матвеев // Вестник Пермского университета. Геология. — 2024. — Т. 23, № 2. — С. 101–113. DOI: 10.17072/psu.geol.23.2.101
2. **Галкин, А. Н.** Типизация геологических разрезов четвертичных отложений территории Витебской области / А. Н. Галкин, А. В. Матвеев // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: Геология. — 2023. — № 3. — С. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2023/3/57-66>
3. **Комаровский, М. Е.** Палеолоджины Белорусского Поозерья / М. Е. Комаровский. — Минск : БГУ, 2008. — 200 с.
4. **Пархоменко, Н. А.** Создание цифровой модели рельефа в программном комплексе NanoCAD GEONICS / Н.А. Пархоменко, К.А. Чепурнова, Д.Н. Такмаков // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. — 2024. — № 2 (37). — апрель — июнь. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozдание-tsifrovoy-modeli-reliefa-v-programmnom-komplekse-nanocad-geonics>. — Дата доступа: 18.11.2025.
5. **Полякова, Е. В.** Алгоритм расчета базисных поверхностей на основе цифровой модели рельефа в программном обеспечении SAGA GIS (на примере Архангельской области) / Е. В. Полякова, Ю. Г. Кутинов, А. Л. Минеев, З. Б. Чистова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2023. — Т. 20, № 3. — С. 104–115.

6. **Ряжапова, Л. М.**, Функциональные возможности программного комплекса QGIS для проектирования и составления геологических карт / Л. М. Ряжапова, И. Ф. Адельмурзина // Вестник науки. — 2024. — Т. 3. — № 12 (81). — С. 1507–1511 // Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://www.вестник-науки.рф/article/19913>. — Дата доступа: 18.11.2025.

7. **Свидетельство** о добровольной регистрации и депонированию объекта авторского права №1880-КП. Программное обеспечение для анализа базы данных «Буровая изученность территории Республики Беларусь»: дата регистрации 10.06.2025, дата внесения записи о регистрации 20.06.2025 / Галкин А. Н., Ермоченко С. А., Торбенко А. Б.

8. **Торбенко, А. Б.** Применение беспилотных летательных аппаратов для определения извлекаемых объемов земляных масс из открытых горных выработок / А. Б. Торбенко, А. Н. Галкин, К. С. Мальков // Литасфера. — 2025. — № 1 (61). — С. 195–202.

9. **Физическая география** Витебской области : учебное пособие / А. Н. Галкин, М. Ю. Бобрик, И. А. Красовская [и др.]; под ред. А. Н. Галкина. — Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2021. — 242 с.

10. **QGIS User Manual**. Версия 3.40 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://docs.qgis.org/3.40/ru/docs/user_manual/index.html. — Дата доступа: 14.11.2025.

11. **SAGA GIS**. Online Help [Электронный ресурс] // SourceForge. — Режим доступа: <https://sourceforge.net/p/saga-gis/wiki/Online%20Help/>. — Дата доступа: 14.11.2025.

АСАБЛІВАСЦІ 3D-МАДЭЛЯВАННЯ ЧАЦЬВЯРЦІЧНАЙ ТОЎШЧЫ ВІЦЕБСКАЙ ВОБЛАСЦІ НА ПРЫКЛАДЗЕ СОЖСКАГА СТАДЫЯЛЬНАГА ПАДГАРЫЗОНТА ПРЫПЯЦКАГА ГАРЫЗОНТА СЯРЭДНЯГА ПЛЕЙСТАЦЭНА

А. Б. Торбенка, А. М. Галкін

Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П. М. Машэрава
Маскоўскі праспект, 33, 210038, Віцебск, Беларусь
E-mail: torbenko_a@mail.ru; galkin-alexandr@yandex.ru

У артыкуле прадстаўлены вопыт стварэння геолога-інфармацыйнай мадэлі сожскага стадыяльнага падгарызонту прыпяцкага гарызонту сярэдняга плейстацэну Віцебскай вобласці. Асновай для мадэлявання паслужыла база дадзеных свідравой вывучанасці тэрыторыі, якая ўключае інфармацыю больш за аб 2300 свідравінах, размешчаных у межах вобласці. Для апрацоўкі і візуалізацыі даных выкарыстоўваліся праграмныя прадукты ArcGIS, QGIS, SAGA GIS і іншыя. У працы апісаны этапы падрыхтоўкі зыходных дадзеных, выбар метадаў інтэрпаляцыі, пабудова лічбавых мадэляў паверхняў даху і падэшвы сожскага стадыяльнага падгарызонту прыпяцкага гарызонту сярэдняга плейстацэну. Ужыванне ГІС-тэхналогій дазволіла дэталізаваць асаблівасці залягання сожскіх адкладаў, ацаніць іх магутнасць і прасторавую зменлівасць, што стварае аснову для прагназавання распрацоўкі радовішчаў агульнараспаўсюджаных карысных выкапняў, прымеркаваных да дадзенага падгарызонту, з улікам рацыянальнага нетракарыстання.

Даследаванне выканана ў рамках задання 10.4.02 “Распрацоўка геолога-інфармацыйных мадэляў кайназойскіх адкладаў тэрыторыі Беларусі для прагназавання новых найбольш даступных радовішчаў мінеральнай сыравіны і кіравання мінеральна-сыравіннай базай” падпраграмы 10.4 “Беларускія нетры” Дзяржаўнай праграмы навуковых даследаванняў “Прыродныя рэсурсы і навакольнае асяроддзе” на 2021–2025 гады.

Ключавыя словы: чацьвярцічныя адклады, сожскі стадыяльны падгарызонт, геаінфармацыйная сістэма, ArcGIS, QGIS, SAGA GIS, 3D-мадэляванне, лічбавая мадэль паверхні, інтэрпаляцыя, Віцебская вобласць.

FEATURES OF 3D MODELING OF THE QUATERNARY SEQUENCE IN THE VITEBSK REGION: A CASE STUDY OF THE SOZH STADIAL SUB-HORIZON OF THE MIDDLE PLEISTOCENE PRIPYAT HORIZON

Andrei B. Torbenko, Alexander N. Galkin

Vitebsk State University named after P. M. Masherov
33 Moscovski Avenue, 210038, Vitebsk, Belarus
E-mail: torbenko_a@mail.ru; galkin-alexandr@yandex.ru

This article presents the experience of creating a geological information model of the Sozh stadial subhorizon of the Middle Pleistocene Pripyat Horizon in the Vitebsk Region. The modeling was based on a database of drilling data from over 2,300 wells located within the region. ArcGIS, QGIS, SAGA GIS, and other software products were used for data processing and visualization. This paper describes the stages of initial data preparation, the selection of interpolation methods, and the construction of digital models of the roof and base surfaces of the Sozh stadial subhorizon of the Middle Pleistocene Pripyat Horizon. The use of GIS technologies allowed for a detailed characterization of the Sozh deposits' bedding and an assessment of their thickness and spatial variability, which provides the basis for forecasting the development of common mineral deposits associated with this subhorizon, taking into account rational subsoil use.

The study was conducted as part of task 10.4.02 "Development of geological information models of Cenozoic deposits in Belarus to forecast new, most accessible mineral deposits and manage the mineral resource base" of subprogram 10.4 "Belarusian Subsoil" of the State Scientific Research Program "Natural Resources and the Environment" for 2021–2025.

Keywords: Quaternary deposits, Sozh stadial subhorizon, geographic information system, ArcGIS, QGIS, SAGA GIS, 3D modeling, digital surface model, interpolation, Vitebsk region.