

использование искусственного интеллекта для содействия высокопроизводительной разработке и исследованию малых молекул, которые связываются с кодирующими и некодируемыми РНК. Представленные данные планируется освещать в процессе изучения дисциплины «Биохимия».

1. Чиркин, А.А. Экспрессия генов: от Ф. Крика (1958) до М. Никитина (2023) // Біялогія і хімія. – 2023. – № 2(98). – С. 3–16.
2. Чиркин, А.А. Биологическая химия; учебник / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко, В.В. Хрусталеv. – Минск: Высшая школа, 2023. – 478 с.
3. Lee, R.C., Feinbaum R.L., Ambros V. The *C. elegans* heterochronic gene *lin-4* encodes small RNAs with antisense complementarity to *lin-14* // Cell. – 1993. – Vol. 75(5). – P. 843–854.
4. Wightman, B., Ha I., Ruvkun G. Posttranscriptional regulation of the heterochronic gene *lin-14* by *lin-4* mediates temporal pattern formation in *C. elegans* // Cell. – 1993. – Vol. 75(5). – P. 855–862.
5. Pasquinelli, A.E., Reinhart B.J., Slack F. ...Ruvkun G. Conservation of the sequence and temporal expression of *let-7* heterochronic regulatory RNA // Nature. – 2000. – Vol. 408. (6808). – P. 86–89.
6. Nemeth, K., Bayraktar R., Ferracin M. et al. Non-coding RNAs in disease: from mechanisms to therapeutics // Nat. Rev. Genet. – 2024. – Vol. 25. – P. 211–232.

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ РАЗНОМАСШТАБНЫХ ГЕОЛОГО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

*А.Б. Торбенко, А.Н. Галкин, К.С. Мальков
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Основным источником информации о геологии четвертичных отложений территории Витебской области являются данные геологической съемки 1:200000 1960–70-х годов, их интерпретации и актуализации в виде карт масштаба 1:1000000 конца 1990-х, а также разрозненные материалы инженерно-геологических изысканий и геологоразведки последних десятилетий. К сожалению, практически все эти материалы отсутствуют в цифровом формате либо представлены в виде сканов с отсутствием картографической привязки. Кроме того, в период с 60-х годов прошлого века по настоящее время серьезные изменения претерпели не только представления о геологии четвертичных отложений региона, но также подходы к их отражению и стратиграфии в целом. В результате сложилась ситуация, когда актуальные среднемасштабные геологические карты, отвечающие современным запросам в области компьютерного моделирования, ГИС-анализа и цифровых решений для целей рационального использования недр практически отсутствуют.

Исследование проводилось в рамках выполнения задания НИР «Разработка геолого-информационной модели кайнозойских отложений территории Витебской области как основы рационального и эколого-безопасного недропользования».

В связи с этим целью настоящей работы послужило создание актуализированной цифровой геологической карты четвертичных отложений Витебской области по данным из различных источников.

Основные задачи решаемые в процессе исследования включали в себя:

1. Подбор элементов программно-технического комплекса, используемых при решении задач оцифровки, объединения, редактирования и представления участков полнота среднемасштабной геологической карты четвертичных отложений региона.
2. Разработка методики создания геологической карты четвертичных отложений региона на основе фрагментарных и разномасштабных материалов, а также приемов автоматизации данного процесса.
3. Построение цифровой векторной среднемасштабной модели геологического строения четвертичной толщи региона на основе процессов генерализации и прогнозирования геолого-картографической информации, а также редактирования результиру-

ющих материалов с учетом современных представлений и данных о геологическом строении территории.

4. Аprobация компьютерной модели как источника данных для создания цифровых геологических карт четвертичных отложений отдельных участков и территорий.

Материал и методы. Исходными данными для создания цифровой геологической модели региона послужили:

– Государственные геологические карты СССР масштаба 1:200000 1964-69 гг. (листы N-35-IV, -V, -VI, -IX, -X, -XII, N-36-VII, -XIII, -XIV), 1970-79 гг. (листы N-35-III, N-36-I, O-35-XXXIV, -XXXV, -XXXVI), 1985-92 гг. (листы N-35-XI, -XVII, -XVIII) (рисунок 1);

- карта четвертичных образований 1:1000000 N (35), 36 Смоленск-Минск 1990 г.;
- данные Web-портала дистанционной основы цифровых геологических карт территории Республики Беларусь на основе данных дистанционного зондирования Земли для использования при проведении государственной геологической съемки нового поколения (карта четвертичных отложений Витебской области 1:500000);
- база данных буровой изученности территории Республики Беларусь;
- крупномасштабные материалы инженерно-геологических изысканий и геолого-разведочных работ для отдельных территорий;
- данные полевых исследований.

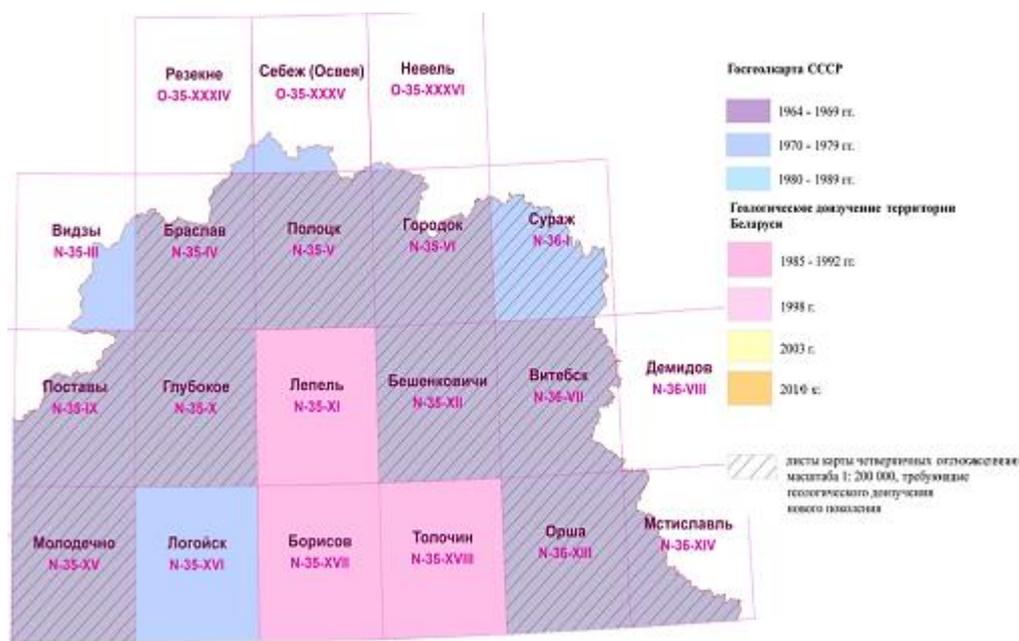


Рисунок 1 – Изученность четвертичных отложений Витебской области

Для обработки и геопривязки сканированных растровых карт применялся инструментальный ГИС платформ Аксиома и QGIS. Оцифровка карт проводилась в полуавтоматическом режиме с привлечением возможностей интеллектуального векторизатора Easy Trace. Моделирование поверхностей геологических структур экспериментально осуществлялось средствами модуля Geonics САПР nanoCAD.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе работ все использованные данные были приведены к форматам, используемым в цифровой картографии, геоинформационном анализе и моделировании. Растровые изображения были подготовлены к векторизации. Все картографические материалы составили основу ГИС-проекта «Четвертич-

ные отложения Витебской области» сформированного в среде QGIS. Сложным этапом подготовки растровых карт к оцифровке является их геопривязка. Проблемы связаны с использованием карт, построенных в разных проекциях и масштабах, выбором базовой проекции проекта, выбором параметров преобразований и трансформации изображений в процессе привязки. В данном случае была избрана общеупотребимая в сетевых источниках картографических данных система координат WGS 84/Pseudo-Mercator (EPSG:3857).

Вторая задача, решаемая в процессе подготовки модели – приведение всех материалов к единой стратиграфической шкале, а также формирование системы условных обозначений, позволяющей использовать материалы карт, созданных в разные годы в различных масштабах. На этом этапе также решалась задача генерализации данных.

Третий этап – формирование векторной картографической модели, которая основана на реализации результатов предыдущих этапов и совместном использовании ручного и полуавтоматического вариантов векторизации изображений. Применение автоматического распознавания сканированных изображений в случае среднemasштабных геологических карт четвертичных отложений является практически невозможным в связи с перегруженностью изображений, наложением и сложной цветовой палитрой условных обозначений. Последним шагом к созданию цифровой картографической модели четвертичной толщи региона явилось сопоставление материалов из различных источников, их фильтрация, сопоставление с цифровой моделью рельефа (рисунок 2).

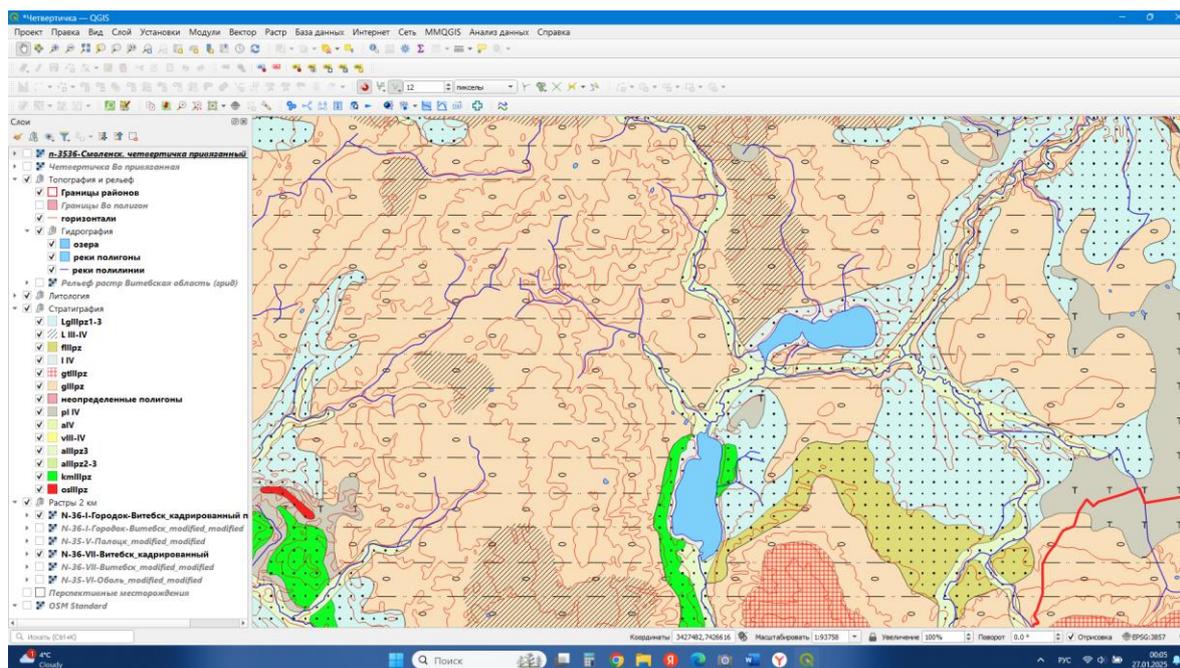


Рисунок 2 – Фрагмент цифровой картографической модели поверхности четвертичных отложений Витебской области

Заключение. Таким образом, в процессе анализа и регенерации исходных картографических материалов 1964–2000-х годов сформирована актуализированная цифровая картографическая модель поверхности четвертичных отложений Витебской области, которая в сочетании с цифровой моделью рельефа и данными базы буровой изученности территории Беларуси может служить основой создания 3-D модели толщи четвертичных отложений региона.