

РЕГИОНАЛЬНОЕ СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСАДОЧНОЙ ОБОЛОЧКИ

Д. П. Хрущев

Мета публікації – представлення методологічних принципів, методики, наявних наробок і прикладів моделювання для обґрунтування здійснення регіонального цифрового структурно-літологічного моделювання осадової оболонки, призначеного для інформаційного забезпечення всіх напрямів і видів геологічної діяльності, пов'язаних з різноцільовим використанням надр і охороною геологічного середовища. За визначенням цифрова структурно-літологічна модель – об'ємне комп'ютерне відображення геологічного об'єкта, що містить його структурні та якісні характеристики. Методика моделювання випробувана на геологічних об'єктах регіонального, зонального і локального рівнів масштабності, продемонстрована висока інформаційна і прогностична результативність. Цільове моделювання спрямоване на рішення конкретних проблем поводження з геологічним середовищем (використання сировинних ресурсів, будівельного середовища, охорона). Очікуваний результат – отримання цілісних комплексних структурно-літологічних моделей осадової оболонки по геологічних регіонах на державному рівні масштабності. Подано програму здійснення проекту з визначенням етапів і змісту робіт.

Ключові слова: осадові формації, осадова оболонка, комп'ютерне моделювання, геоінформаційна система, використання надр, охорона геологічного середовища.

The target of the communication is the presentation of methodology, methods, results obtained and real preconditions for realization of regional digital structural-lythological modeling of sedimentary cover, aimed at informatic supervision of all issues and kinds of geological activity, connected with variable use and protection of geological environment. Digital structural-lythological model is a computer reflection of a geological object, which includes it's structural and qualitative characteristics. The method has been tested on geological objects of regional, zonal and local scales, high levels of information and prognostic efficiency has been shown. Target oriented modeling is aimed at solution of concrete problems of geological environmental management (minerals use, use as an engineering medium, protection and remediation). The results achieved: obtaining of integrated complex digital structural-lythological models for sedimentary cover by regional principle in the state scale level. The program for the project realization is proposed.

Key words: sedimentary formations, sedimentary cover, computer modeling, geoinformatic system, geological environment use, geological environment protection.

Введение

Существующие методы информационного обеспечения геологической деятельности в виде традиционных картографических материалов различных изобразительных форм и типов, а также различных моделей (в том числе компьютерных, претендующих

на объемность) уже не удовлетворяют современным требованиям технологического прогресса в области технической реализации мероприятий. Для преодоления этого несоответствия необходимо введение новых принципов отображения строения и вещественного состава осадочной оболочки в виде комплексных разномасштабных структурно-литологических моделей, которые могут преобразовываться в целевые фор-

маты и служить основой для информационного обеспечения.

В настоящее время специализированным межведомственным научно-техническим коллективом (базовая организация Институт геологических наук (ИГН) НАН Украины) разработана методология и апробированы методы разномасштабного и разноцелевого структурно-литологического моделирования осадочных формаций [25, 27], которые могут быть использованы для реализации предлагаемого проекта.

Объектом работ является осадочная оболочка биосферы, структурированная по геологическим регионам (осадочно-породным бассейнам) Украины. Выбор объекта определяется как абсолютным преобладанием осадочной оболочки на земной поверхности и в составе биосферы в целом, так и локализацией в ней подавляющей части полезных ископаемых, в том числе энергетических ресурсов и подземных вод, а также ее функциональной роли с точки зрения наземного и подземного строительства и вообще основных направлений жизнедеятельности населения.

Цель настоящей публикации – представление методологических принципов, методики, имеющихся наработок и примеров моделирования для обоснования проведения регионального структурно-литологического моделирования осадочной оболочки, предназначенного для информационного обеспечения всех направлений и видов геологической деятельности, связанных с разноцелевым использованием недр и охраной геологической среды.

Исходя из этой цели, нами были поставлены следующие задачи:

- представление имеющихся предпосылок, наработок, мировых трендов и аналогий;
- представление методологической основы, методик и возможностей цифрового структурно-литологического моделирования;
- демонстрация осуществленных примеров моделирования;
- обозначение ожидаемых результатов, стратегии и принципов выполнения проектов.

Запланированным результатом выполнения проектов является получение разнома-

сштабных цифровых структурно-литологических моделей осадочной оболочки геологических регионов Украины и их структурных элементов различных рангов, в том числе перспективных геологических объектов.

1. Идея, имеющиеся наработки, мировые тренды и аналоги

Идея разработки заключается в трансформировании технологий и опыта построения цифровых структурно-литологических моделей (ЦСЛМ) в региональном, зональном и локальном масштабах на разработку ЦСЛМ полного разреза осадочно-породных бассейнов (ОПБ) – геологических регионов.

Предпосылки, имеющиеся наработки и обязательные условия реализации разработки

Рассматриваются следующие пункты, определяющие реалистичность постановки проблемы для условий Украины (и большинства развитых стран мирового сообщества):

1. Наличие методологической основы, методических приемов и компьютерных технологий построения ЦСЛМ.
2. Наличие итоговых схем формационной структуры *по всем осадочным регионам Украины*.
3. Достаточная геологическая изученность осадочной оболочки территории Украины.
4. Убедительные результаты примеров традиционного и цифрового структурно-литологического моделирования.

Ниже приводится краткое разъяснение этих пунктов.

1. Методология и методика структурно-литологического моделирования

Методология и методика структурно-литологического моделирования осадочных образований – авторская разработка межведомственного целевого научно-технического коллектива, базовой организацией которого является ИГН НАН Украины. Методология структурно-литологического моделирования базируется на объединении основ формационного анализа и авторских принципов структуризации осадочных тел (с использованием системного подхода) и компьютерных технологий [25, 27 и др.]. В этих же работах освещены методические приемы цифрового структурно-литологи-

ческого моделирования, которые основываются на авторском развитии общих подходов статического моделирования геологических объектов осадочных формаций.

2. Схемы формационной структуры осадочных бассейнов

По всем ОПБ Украины имеются схемы формационного подразделения осадочной оболочки.

Ниже приводится перечень ОПБ с библиографическими указаниями авторов и наиболее известных схем формационного расчленения.

Днепровско-Донецкая впадина (ДДВ): А. Е. Лукин [9] (выделено 28 формаций); В. И. Антипов, 1997 и др.

Донецкий бассейн: В. С. Попов [16]; И. А. Майданович, А. Я. Радзивилл [10] и др.

Украинский щит (УЩ): М. Д. Эльянов [29]; А. А. Гойжевский [6].

Волыно-Азовская плита: М. И. Павлюк [11]; Л. Г. Ткачук и др. [19]; С. С. Круглов [18]; Г. Н. Доленко и др. [4].

Крым: М. И. Павлюк [12]; С. С. Круглов и др. [18]; Геология СССР [5].

Складчатые Карпаты: С. С. Круглов и др. [18]; В. Н. Утробин [20]; Л. Т. Бойчевская [1].

Предкарпатский прогиб: выделяются от одной (Д. В. Гуржий [7]) до 11 формаций (В. Н. Утробин [20]); Д. П. Хрущевым выделены две формации [24].

Закарпатский прогиб: М. И. Петрашкевич [14, 15]; И. В. Венглинский, В. А. Горецкий [3]; Д. П. Хрущев [24].

Придобруджинский прогиб: М. И. Павлюк, А. Т. Богаец [11]; Е. И. Паталаха и др. [13].

Основы формационной номенклатуры и принципиальные схемы формационного подразделения осадочной оболочки по геологическим регионам Украины заложены в целевой монографии "Геологические формации нефтегазоносных провинций Украины" под редакцией Г. Н. Доленко [4].

3. Достаточная геологическая изученность осадочной оболочки территории Украины

Этот пункт не требует комментариев.

4. Убедительность результатов традиционного и цифрового структурно-литологического моделирования на всех уровнях масштабности – от регионального (мелко- и среднемасштабного) до локального (крупномасштабного)

Примером результативности традиционного (двухмерного) структурно-литологического моделирования в региональном масштабе может быть структурно-литологическая модель красноцветно-терригенной стебницкой свиты (субформации) Предкарпатского прогиба [24]. Результаты разработки позволили решить следующие региональные вопросы: на фоне почти столетней дискуссии о происхождении стебницкой свиты, наконец, осуществлена ее идентификация как полифациальной морской формационной единицы (субформации); выполнены картографические построения (карты, профили, блок-диаграммы с отображением литофациального и фациального состава последней), что позволило осуществить прогноз литофаций и фаций, благоприятных для локализации стратиформного медного оруденения. В случае востребования модель может быть легко переведена в цифровую форму.

Примеров цифровых структурно-литологических регионального и зонального (т. е. более или менее значительной части региона) масштабов моделей уже довольно много. Только в рамках хоздоговорных работ ИГН НАН Украины по заказу Государственной геологической службы – "Составление атласа соленосных формаций Украины" – разработана серия таких моделей. В качестве их производных получены цифровые структурные и литологические карты соленосных формаций ДДВ, Предкарпатского прогиба, Придобруджинского прогиба, а также карта структурной основы нижнемолассовой формации Предкарпатского прогиба, отражающая блоковую ее структуру. Демонстрируется в качестве примера карта толщин краматорской свиты ДДВ (модель построена А. П. Лобасовым по нашему заказу) (рис. 1).

Примерами специализированного регионального и зонального моделирования являются структурные и литологические карты – производные соответствующих цифровых моделей определенных структурных горизонтов ДДВ (и других регионов Украины), разработанных А. П. Лобасовым в рамках тематических работ ГП "Укрнафтогазнаука".

Еще более впечатляющими являются результаты крупномасштабного цифрового моделирования перспективных локальных

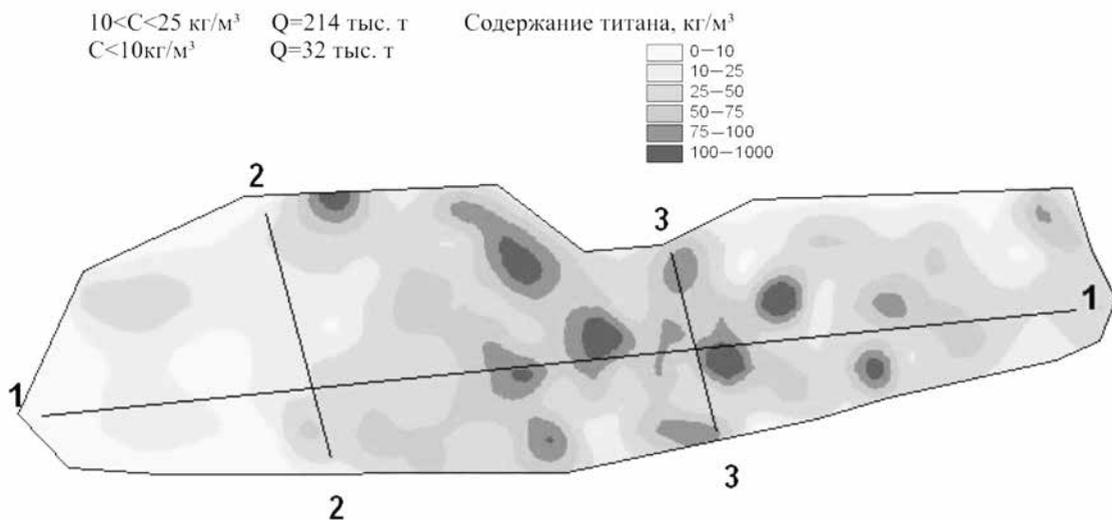
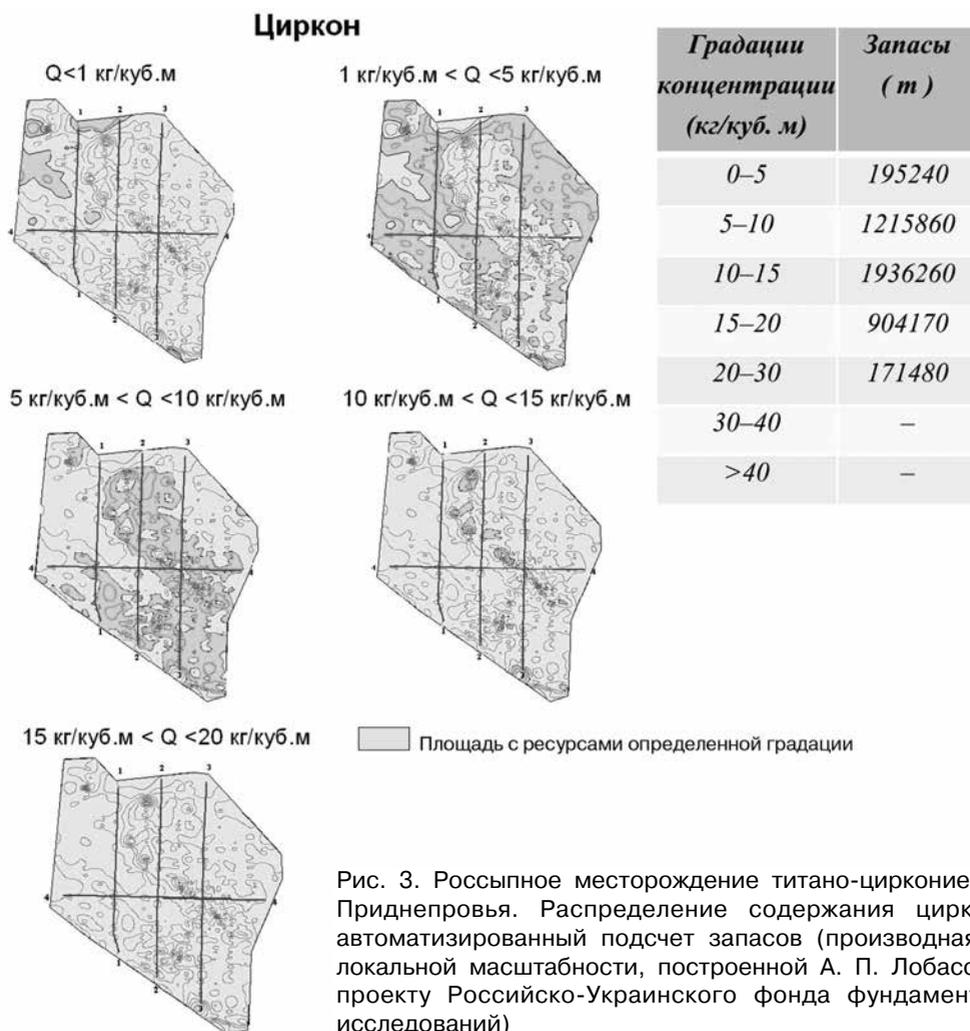


Рис. 2. Злобичское месторождение ильменита. Распределение содержания и автоматический подсчет запасов ильменита в толще коры выветривания (производная ЦСЛМ локальной масштабности [23])



ных регионах Украины. Построены также традиционные двухмерные модели диапировых структур, которые могут быть легко переведены в цифровые формы по специальной авторской методике [22, 28 и др.].

Демонстрируется пример производной ЦСЛМ Измаильской площади с выделением участка, благоприятного для размещения подземного хранилища (рис. 4).

Моделирование обеспечивает решение следующих задач: выбор и оценка участков размещения подземных хранилищ; выбор объемов соляного массива для размещения емкостей; предоставление основы для расчета долговременной устойчивости и расчета регламентов строительства (размыва).

По направлению охраны геологической среды разрабатываются ЦСЛМ для решения сложных эколого-горно-геологических проблем на территориях, деградированных в результате деятельности горнодобывающих предприятий соляной отрасли. Демонстрируется в качестве примера визуализация ЦСЛМ Солотвинской солянокупольной структуры, на площади которой произошла экологическая катастрофа, выразившаяся в деформациях земной поверхности с образованием огромных карстовых воронок и затоплении двух шахт по добыче каменной соли с подземными отделениями аллергологической больницы [2, 21]. На модельном профиле отображены литологические типы пород соляного массива и функциональные типы каменной соли с благоприятными (цвета синей гаммы) и неблагоприятными (цвета красной гаммы) физико-механическими свойствами (рис. 5).

Разработка ЦСЛМ обеспечивает основу для построения комплексной эколого-горно-геологической модели территории Солотвинского месторождения каменной соли и составления карты прогноза опасных геологических процессов на этой территории.

Мировые тенденции аналогий. Прямых аналогов предлагаемого направления в мировом массиве научно-исследовательских работ и опубликованных идей не существует. Есть близкие общие идеи, " витающие в воздухе", и трендовые идейные аналогии. Нами воспринята общая идея Международной программы геологической корреляции ЮНЕСКО о моделировании оболочек Земли. Определенными идейными аналогами с

точки зрения тотального подхода могут служить: проект сплошного площадного сетевого бурения в Германии (Шнейдерхен, 1933); проект профильного бурения в Криворожском железорудном бассейне акад. Н. П. Семененко; идея комплексных геологических съемок; наконец, примеры формационных геологических карт [17].

2. Методология, методы, процедурная схема

2.1. Методологические принципы

Объектом регионального моделирования является осадочная оболочка ОПБ (геологических регионов).

Основная объектная единица моделирования – геологическая формация как основной таксономический элемент региональных тектоно-формационных (по А. Е. Лукину, 1997) комплексов.

Формация – историко-генетическая ассоциация горных пород, закономерно образовавшаяся в определенной геотектонической структуре на определенном геодинамическом этапе ее развития [24].

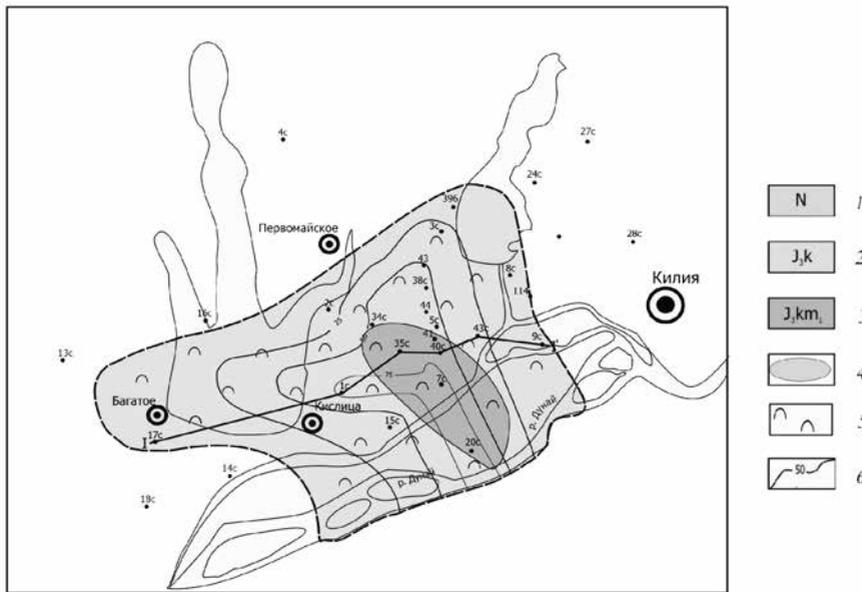
Предметом регионального моделирования являются структурные и качественные характеристики формаций (и их подразделений).

Конечная *цель* регионального моделирования – разработка ЦСЛМ осадочной оболочки ОПБ, т. е. выполняющих их формационных комплексов.

В рамках этой цели выделяются три иерархических уровня задач, имеющих различное функциональное содержание: региональной, зональной и локальной (соответствующие мелко-, средне- и крупномасштабным уровням) масштабности. Модели регионального уровня являются преимущественно общеинформационными, зонального и локального уровней – целевыми.

Исходя из данных определений, формируются методологические принципы регионального ЦСЛМ.

Как указывалось выше, методология цифрового структурно-литологического моделирования в целом базируется на объединении трех традиционных методологических направлений: основ классического формационного анализа, принципов струк-



Геологический разрез по линии I-I
Горизонтальный масштаб 1:200 000

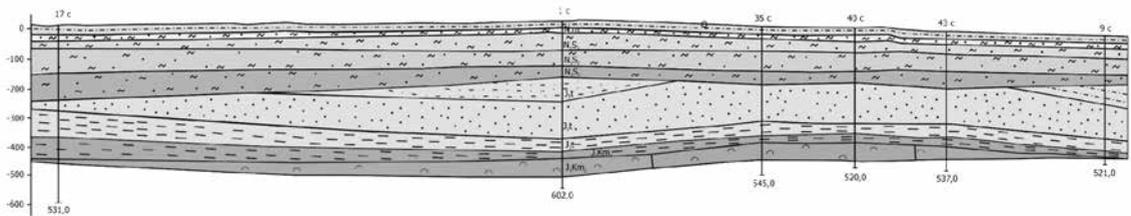


Рис. 4. Производная ЦСЛМ (построена А. П. Лобасовым по нашему заказу в соответствии с договором Государственной геологической службы Украины): карта Измаильской площади распространения соленосной толщи, перспективной для подземного строительства

1 – неогеновая система, суглинки, глины; 2 – юрская система, чадыр-лунгская свита, пестрая терригенная формация; 3 – юрская система, нижний кимеридж, глины, известняки, каменная соль; 4 – площадь, перспективная для подземного строительства; 5 – галитовый литофациальный комплекс; 6 – изопакиты соленосных отложений

туризации осадочных тел с использованием системного подхода (в авторском развитии) и компьютерных технологий в целевой модификации.

Основы формационного анализа, являющегося базой любого направления изучения осадочных формаций, и опыт его применения отражены в огромном количестве классических и новейших работ литологов и специалистов смежных дисциплин.

Системный подход, который служит методологической основой обозначенного нами направления моделирования осадочных формационных единиц, отражен в исследованиях Ю. Н. Карагодина, А. Д. Арманд, А. Е. Лукина, В. А. Садовского, А. Н. Дмитриевского, Ю. А. Косыгина, В. А. Соловьева и др.

Структурный аспект формационного анализа, являющийся базовой составляющей нашей разработки, освещается в трудах Д. В. Наливкина, Н. С. Шатского, Н. П. Хераскова, Л. Б. Рухина, А. Е. Лукина, Ю. Н. Карагодина и др.

В основу математического и компьютерного моделирования геологического строения и вещественного состава формационных единиц положены методы вариационного исчисления (В. И. Аронов, А. И. Вистелиус, А. М. Волков, Ф. А. Грейбилл, Дж. К. Гриффитс, У. Крамбейн и др.) и пространственно-статического анализа.

По определению Ю. Н. Карагодина [8], цели структурно-системного анализа геологических систем заключаются в установ-

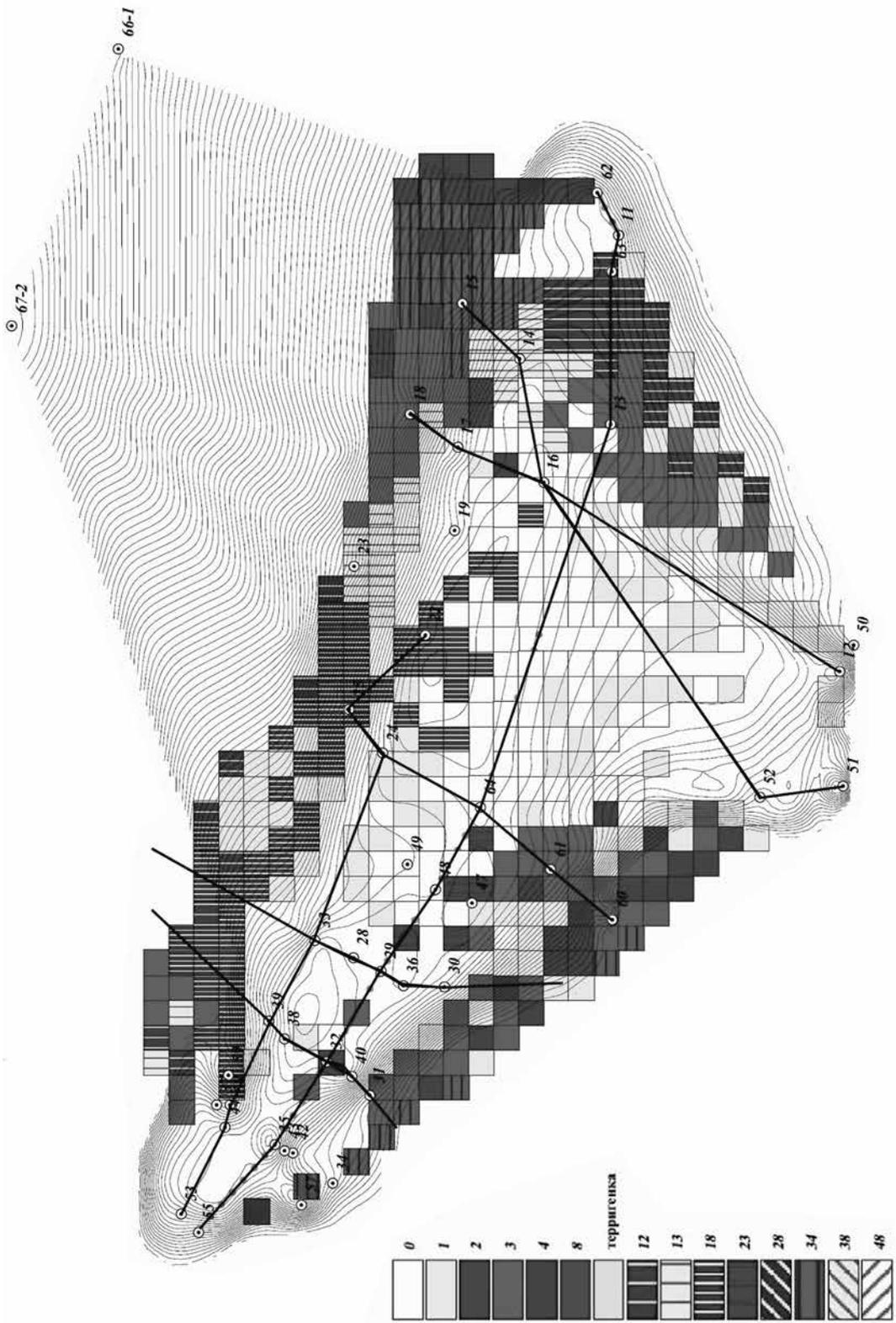


Рис. 5. Визуализация ЦСЛМ Солотвинского месторождения каменной соли. Срез по абсолютной отметке – 50 м. Масштаб 1:25 000 [2]

лении их структурной организации, вещественного состава, функционирования, развития, происхождения и взаимодействия с другими системами. Нами в основу моделирования берутся те элементы намеченных геологических объектов, которые касаются структурной организации и вещественного состава, поскольку они подлежат формализации. ЦСЛМ являются статичными, т. е. отражают состояние объекта на данный момент (с учетом генетических, динамических и других аспектов как вспомогательных средств решения текущих вопросов). Статичный аспект отображает прежде всего структурность объекта, а именно свойство структурности является основой перевода модели в цифровую форму.

2.2. Методика и процедура моделирования

Методика моделирования в своей основе базируется на целевом развитии общих принципов статического моделирования геологических объектов осадочных формаций с использованием авторских приемов составления базы данных, специализированной структуризации геологических объектов и модифицированных технологий компьютерной обработки.

Процедура построения ЦСЛМ включает два этапа: составление базы данных и собственно моделирование.

База данных представляет фактографическую основу для моделирования. Она является по существу картографической и разрабатывается в виде геоинформационных систем. Структура базы данных имеет традиционный характер (каталоги, карто-схемы литологических разрезов и других картографических материалов, карточки литологических разрезов). Содержание карточки разрезов модифицируется в зависимости от типа формаций. Для литологических характеристик составляются номенклатурные классификаторы, содержание которых также определяется типом формаций.

Моделирование охватывает выполнение следующих этапных задач: подготовка исходных данных, разработка структурной составляющей модели, литологическое наполнение структурных элементов и компьютерная обработка.

Компьютерная обработка подготовленных исходных материалов базы данных охватывает три последовательных действия: комплектация и ввод данных, компьютерная обработка по целевым в значительной мере авторским программам, функционирование модели.

При подготовке материалов для компьютерной обработки основной задачей исследовательского характера является структурирование геологических объектов. Достаточно сложным действием представляется установление структурных элементов, методические приемы которого различаются для разных тектонических стилей залегания осадочных формаций – недислоцированного и слабодислоцированного, складчатого, складчатоблокового, а также диапирового. Тем не менее методические приемы решения этих задач моделирования отработаны [25, 27].

Числовые модели структурных и литологических параметров сохраняются в виде бинарных файлов в структуре картографической базы программного комплекса "Geomapping". Входная информация системы "Geomapping" представляется в формате shp ГИС ArcView.

Полученная компьютерная модель, т. е. ЦСЛМ, представляет собой виртуальное объемное многостороннее отображение геологического объекта, содержащее его структурные и качественные характеристики.

3. Содержание проектируемых работ

Предполагаемый комплекс работ характеризуется межведомственным исполнением, комплексностью геологических и смежных дисциплин, длительностью и многоэтапностью, множественностью задач и, в целом, высокой наукоемкостью. Ниже рассматривается содержание основных этапов работ и подчиненных задач.

1 этап, подготовительный, 1,5 – 2 года.

1. Разработка исполнительской структуры (организационной структуры: органов управления, рабочего коллектива), определение финансового обеспечения, законодательное утверждение, разработка программы работ.

2. Уточнение методологии и методов исследований.

3. Разработка легенд, составление

принципиальных схем формационного состава ОПБ (регионов) территории Украины.

4. Разработка опытных образцов макетов ЦСЛМ региональной масштабности. Объекты: 2 – 3 типовые формации для 3 – 4 типовых ОПБ, всего от 6 до 12 образцов. Геологические регионы выбираются по условию перспективности (ДДВ, Предкарпатский прогиб, УЩ и др.)

Стадии:

- составление базы данных;
- разработка макетов двумерных структурно-литологических моделей;
- разработка макетов ЦСЛМ.

II этап, основной производственный, 5 лет.

Разработка рабочих региональных ЦСЛМ осадочной оболочки перспективных ОПБ первой очереди (ДДВ, Предкарпатский прогиб, УЩ, сектора Волыно-Азовской плиты, осадочная оболочка шельфа и континентального склона Черного моря и др.), внедрение результатов.

Разделы:

- разработка региональных ЦСЛМ;
- выбор и разработка ЦСЛМ перспективных объектов зональной масштабности;
- выбор и разработка ЦСЛМ перспективных объектов локальной масштабности.

III этап, продолжение работ последующих очередей, внедрение, 10 лет.

Задачи – разработка региональных моделей, внедрение.

Работа по проекту должна иметь межведомственный характер. Распределение исполнительских прерогатив может быть следующим. Методологическое обеспечение и методическое сопровождение – ИГН и другие НИИ НАН Украины. Выполнение основных задач регионального моделирования и внедрение – НИИ НАН Украины и отраслевые институты, а также тематические и производственные организации Государственной службы геологии и недр Украины (с учетом территориальных прерогатив) при методической координации ИГН НАН Украины.

Для координации работ целесообразно создание Координационного совета с участием всех организаций-исполнителей и заказчиков. Заказчиком и владельцем полученных материалов должна выступать Государственная служба геологии и недр Украины.

Заключение

Предлагаемый проект направлен на решение проблемы информационного обеспечения всех направлений геологической деятельности, связанных с разносторонним использованием и охраной геологической среды.

Содержание проекта включает два уровня национальных стратегических задач в сфере обращения с геологической средой:

- уровень государственных прерогатив в области общего информационного обеспечения геологической деятельности;
- уровень государственных прерогатив в сфере информационного обеспечения проектов и мероприятий, направленных на решение конкретных практических задач обращения с геологической средой (инвестиционные проекты по использованию геологической среды, государственные и смешанные проекты по охране геологической среды и др.).

Первый уровень соответствует приоритетной цели проекта – структурно-литологическому моделированию регионального уровня масштабности, имеющему общеинформационную направленность.

Второй уровень – разработка производных региональных ЦСЛМ: моделей зональной и локальной масштабности, имеющих целевую направленность.

Моделирование первого уровня имеет целью информационное обеспечение всех геологических исследований и работ регионального же уровня – государственной геологической съемки (прежде всего 1:200 000), региональных тематических исследований и т. п.

Моделирование второго уровня, как целевое, направлено на информационное обеспечение всех целевых направлений геологической деятельности (целевые тематические работы, поиски, разведка, эксплуатация месторождений, изыскания и работы по использованию геологической среды для строительства, то же в области мероприятий по охране геологической среды).

Внедрение регионального цифрового структурно-литологического моделирования как современной высокоэффективной технологии фактически представляет собой инновационный прорыв в области инфор-

мационного обеспечения геологической деятельности. В то же время полученные результаты, частично продемонстрированные в данной публикации, обосновывают реалистичность поставленных амбициозных по масштабности задач и замыслов проекта.

Ожидаемая практическая значимость внедрения результатов проекта заключается в перспективе существенного повышения эффективности, а также сокращения содержания (и объемов) и даже более или менее значительной подмене трудоемких, материало-, энерго- и капиталоемких традиционных исследований и работ всех направлений обращения с геологической средой.

Проект является долгосрочным (и постоянно действующим в соответствии с принципом самого моделирования), однако первые практические результаты могут быть получены уже через 2–3 года, что будет означать начало самокупаемости, в дальнейшем прогрессирующей. Отсюда вытекает оценка госбюджетного финансирования. Затратное финансирование будет осуществляться только в первые годы реализации проекта. Целевые фундаментальные исследования по проекту с госбюджетным финансированием должны проводиться на всем продолжении проекта, однако его самокупаемость, ожидаемая уже через несколько лет, будет неуклонно возрастать в связи с повышением результативности всех видов геологической деятельности и, соответственно, проявлением прямых и косвенных эффектов – экономических, экологических, производственных, социальных.

Проект обладает высокой наукоемкостью, что должно быть учтено при его технической оценке.

Определенного внимания заслуживает международный аспект реализации проекта. Очевидный прогресс информационных технологий позволяет предполагать неизбежность продвижения направлений и идей регионального геологического моделирования раньше или позже, в том или ином виде в странах мирового сообщества. Проявление украинской инициативы данного проекта может быть приоритетом с соответствующим престижным эффектом. Поэтому представляется целесообразным обес-

печить международное сотрудничество с начальными стадиями его выполнения.

Список литературы

1. *Бойчевская Л. Т.* Формации альпийской складчатой области Украинских Карпат // Геологические формации нефтегазоносных провинций Украины. – Киев: Наук. думка, 1984. – С. 99–120.
2. *Босевська Л. П.* Структурно-літологічна характеристика соляних діалірів Закарпаття (у зв'язку з проблемами історії соляних сховищ, використання і охорони соляних ресурсів): Автореф. дис. ... канд. геол. наук: спец. 04.00.21 "Літологія". – К., 2012. – 24 с.
3. *Венглинский И. В., Горецкий В. А.* Стратотипы миоценовых отложений Вольно-Подольской плиты Предкарпатского и Закарпатского прогибов. – Киев: Наук. думка, 1979. – 174 с.
4. *Геологические формации нефтегазоносных провинций Украины / Доленко Г. Н., Бойчевская Л. Т., Галабуда Н. И. и др.* – Киев: Наук. думка, 1984. – 232 с.
5. *Геология СССР / Гл. ред. акад. А. В. Сидоренко.* – М.: Недра, 1969. – Т. 8: Крым. Ч. 1. Геологическое описание / Отв. ред. М. В. Муратов. – 575 с.
6. *Гойжевский А. А.* Зависимость литологических особенностей и границ распространения мезо-кайнозойских отложений Украинского щита от тектонических движений // Осадочные и осадочно-вулканогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 145–151.
7. *Гуржий Д. В.* Неогеновая молассовая формация Предкарпатского прогиба // Там же. – С. 138–144.
8. *Карагодин Ю. Н.* Региональная стратиграфия. – М.: Недра, 1985. – 180 с.
9. *Лукин А. Е.* Литогеохимические факторы нефтегазоаккумуляции в авлакогенных бассейнах. – Киев: Наук. думка, 1997. – 223 с.
10. *Майданович И. А., Радзивилл А. Я.* Особенности тектоники угольных бассейнов Украины. – Киев: Наук. думка, 1984. – 119 с.
11. *Павлюк М. И., Богаец А. Т.* Тектоника и формации области сочленения Восточно-Европейской платформы и Скифской плиты. – Киев.: Наук. думка, 1978. – 146 с.
12. *Павлюк М. И., Копач И. П., Перыляк А. И.* Формационный анализ и геологическая

- структура Равнинного Крыма // I Укр. литол. совещ. "Осадочные и осадочно-вулканогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые": Тез. докл. – Киев, 1973. – С. 84–86.
13. *Паталаха Е. И., Трофименко Л. Г., Трегубенко В. И., Лебедь Н. И.* Проблемы краевых прогибов и прогноз углеводородов. – Киев, 2002. – 251 с.
 14. *Петрашкевич М. И.* Геологическое строение и нефтегазоносность Закарпатского внутреннего прогиба // Тр. УкрНИГРИ. – 1968. – Вып. 21. – С. 94–119.
 15. *Петрашкевич М. И.* Геологическое строение Закарпатского внутреннего прогиба. Стратиграфия. Донеогеновые образования // Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат. – М.: Недра, 1971. – С. 219–225. – (Тр. УкрНИГРИ; Вып. 25).
 16. *Попов В. С.* Геологическое строение и промышленная угленосность Донецкого бассейна в границах Большого Донбасса: Докл. по опубликов. работам. – Киев, 1964. – 87 с.
 17. *Структурная карта по опорным горизонтам осадочного чехла платформенных территорий СССР; М-во геологии СССР / Гл. ред. В. В. Семенович.* – М.: ПГО "Центргеология", 1983.
 18. *Тектоника Украины.* – М.: Недра, 1988. – 253 с. – (Тр. УкрНИГРИ; Вып. 36).
 19. *Кчачук Л. Г., Жовинский Э. Я., Литовченко Е. И.* Домезозойские осадочные и осадочно-вулканогенные формации юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы // Осадочные и осадочно-вулканогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 3–5.
 20. *Утробин В. Н.* Глубинные структуры Предкарпатья, Карпат и Закарпатья // Обоснование направлений поисков нефти и газа в глубиннозалегających горизонтах Украинских Карпат. – Киев: Наук. думка, 1977. – С. 14–63.
 21. *Хрущов Д. П., Босевська Л. П., Костів І. Ю. та ін.* У чому ж сіль проблеми? Екологічна катастрофа у селі Солотвині // Надзвичайна ситуація. – 2010. – № 12. – С. 18–21.
 22. *Хрущов Д. П., Данишурка Н. А.* Структурно-літологічні моделі солянокупольних структур // Геол. журн. – 2002. – № 4. – С. 67–77.
 23. *Хрущев Д. П., Ковальчук М. С., Ремезова Е. А.* Компьютерное отображение структуры, состава и состояния осадочных формаций // IV Міжнар. наук. конф. "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення": Зб. наук. ст.: У 2 т. – Харків: Райдер, 2008. – Т. 1. – С. 139–144.
 24. *Хрущев Д. П., Компанец Г. С.* Литология галогенных и красноцветных формаций Предкарпатья. – Киев: Наук. думка, 1988. – 191 с.
 25. *Хрущев Д. П., Лобасов А. П., Гейченко М. В. и др.* Структурно-литологические модели перспективных осадочных формаций // Мінер. ресурси України. – 2010. – № 4. – С. 39–44.
 26. *Хрущев Д. П., Лобасов А. П., Ковальчук М. С.* Целевые экспертные системы геологической направленности // Геол. журн. – 2012. – № 2. – С. 87–99.
 27. *Хрущев Д. П., Лобасов А. П.* Принципы разработки цифровых структурно-литологических моделей осадочных формационных подразделений // Там же. – 2006. – № 2–3. – С. 90–102.
 28. *Чабанович Л. Б., Хрущев Д. П.* Научно-технические основы сооружения и эксплуатации подземных хранилищ в каменной соли. – Киев: Варта, 2008. – 304 с.
 29. *Эльянов М. Д.* Мощность и объем осадочных отложений Украинского щита // Осадочные и осадочно-вулканогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 75–82.
 30. *Khrushchov D. P., Lobasov O. P., Kovalchuk M. S. et al.* Digital structural-lithological models of sedimentary formations: a tool of informational-analytical supervision for exploitation and protection of mineral resources and geological environment Abstracts of International Conference "GeoDarmstadt 2010 – Geosciences Secure the Future". – Darmstadt, Germany, 2010. – Vol. 68. – P. 306–307.

Ін-т геол. наук НАН України,
Киев
E-mail: Khrushchov@hotmail.com

Статья поступила
20.05.13