

ІНФОГЕОЛОГІЯ – ОБ’ЄКТ І МЕТОДИ ІССЛЕДОВАНИЯ

© В.Е. Гончаров, 2011

Український державний геологорозведочний інститут, Чернігівське відділення, Чернігів, Україна

Given in the article is a sum of author's longstanding work on theoretical elaboration of methodology and paths of geological science development under conditions of origin and stormy progress of geoinformatics. The opened economic possibilities of informative presentation of geological information and knowledge allowed to ground the necessity of conduction of structurization and differentiation of geoinformatics with the separate geological direction in its development. The paper gives an object and object article of research. A level and scale of geology and informatics interaction in forming of "joint" science are grounded. Principles of new research methods of creation are expounded. This science is infogeology. On the basis of existent geological and new – infogeological methods – it is offered a complex of prognosis methods, distinguishing and mapping of petroliferous objects of various type on the level of natural reservoir. Represented in the paper are the results of its practical use in prognosis geological researches on picking of new oil and gas perspective objects.

Keywords: geoinformatics, informative geology (infogeology), informative model, informative space, structurization, differentiation, informative component, cooperation, picture, frame, knowledge representation, infogeological methods, stratigraphic informatization, infostratigraphic profiles and maps.

В статье проанализированы теоретические и методологические вопросы, связанные с формированием геологического направления в геоинформатике, идея о возможности выделения которого неоднократно поднималась автором, в том числе на страницах журнала "Геоинформатика", на протяжении 2005–2010 гг. Результаты реализации этих вопросов при проведении научных исследований позволяют достаточно уверенно говорить о возможности выделения данного направления в геоинформатике. Краткий обзор предыдущих исследований, приведенный в настоящей статье, позволяет оценить научной общественности возможность дальнейшего продолжения работ в этом направлении.

В сложившейся системе общенаучных и специальных знаний научные и прикладные приоритеты в применении информационных и технических средств, бесспорно, принадлежат географии (*изучение видимых природных объектов* – курсив мой), разведочной сейсмологии (*изучение захороненных природных объектов* – курсив мой) и картографии – науке, которая дает возможность воссоздавать и представлять в картографическом виде разномасштабные природные объекты. Переход на новый информационный уровень изучения Земли и ее составных элементов, в основном, и был достигнут благодаря возможностям этих наук собирать и оперировать большими объемами информации, в том числе цифровой, и представлять в виде, способном характеризовать строение разномасштабных природных объектов. Этим фактически обеспечивались функционирование и развитие постоянно совершенствующихся информационно-технических средств.

В указанном кусте наук современное состояние географо-картографического направления не нуждается в дополнительном и более детальном рассмотрении, так как оно, безусловно, является образцом для совершенствования менее развитых научных направлений, предопределяет необходимые условия и демонстрирует достигнутый уровень развития информационно-технических средств [1].

Среди наук о Земле в геоинформатике разносторонне представлена сейсмология, в которой базовыми для геоинформатики стали сейсмические и другие дистанционные методы исследования. Наряду с этим в странах СНГ наблюдается и определенная специфика в выборе направлений развития информатики, например формирование геоинформатики в России и Украине. В России геоинформатика развивается на базе государственного научного центра Российской Федерации "ВНИИГеосистем" путем совершенствования системного подхода в геологии, что привело к созданию интегрированной геоинформационной системы INTEGRО, положенной в основу различных направлений прикладных информационных технологий [2]. В Украине геоинформатика сформировалась на базе Центра менеджмента и маркетинга в отрасли наук о Земле ИГН НАН Украины и продолжает успешно развиваться как Всеукраинская ассоциация геоинформатики. Помимо всех прочих и здесь выделяется довольно специфическое направление, сочетающее новейшие достижения сейсмологии, математики и философии и ориентированное на достижение точности проведения различных геологических исследований. Например, информатизация стратиграфии связы-

вается с созданием единого, математически точного календаря.

На фоне возникновения всевозможных ответвлений, в целом определяющих передовую линию развития геоинформатики, эти направления доминируют, что и находит отражение в одноименных научных периодических изданиях двух стран – “Геоинформатика”. Естественно, это несколько упрощенный взгляд, не отражающий всех деталей и особенностей развивающейся науки, которая использует кажущиеся сегодня беспредельными возможности изобретенных человечеством новейших информационно-технических средств познания. Однако специфические или какие-либо новые методы нового геоинформационного направления, которые составляли бы основу и были приспособлены к массовому использованию в развивающихся исследованиях Земли, обусловленных появлением информатики, так и не разработаны. Известные в настоящее время методы геоинформатики скорее являются производными от подходов и методов, исторически сложившихся и разработанных при проведении различных исследований, непосредственно связанных с формирующимся сегодня тандемом информатики и информационных технологий. Понятно, что новое направление образуется в определенных научных границах, предопределяющих возможность использования для выделения и изучения объектов исследования конкретные способы и методы обработки целевой специфической информации. В условиях дезинтеграции наук, информации и знаний эти методы пока лишь фрагментарно способны охватить и исследовать многообразие рассматриваемого объекта исследования геологии, за редким исключением демонстрируя признаки естественной интеграции, что явно просматривается в исследованиях по изучению истории взаимодействия наук о Земле [3]. По этим же соображениям их также нельзя полностью отнести и к информационным. Поэтому можно считать, что Земля как система разномасштабных геологических объектов и одновременно центр развития всего сущего пока еще остается системно не охваченной средствами развивающейся информатики. Если же в основу решения затронутых вопросов поставить информацию и знания, в том числе все производные от этих понятий, то, бесспорно, необходимо вновь вернуться к давно известному положению о том, что “до сих пор не найдена единая структура, в которую можно было вписать всю совокупность геологических знаний и рассмотреть возможные взаимосвязи геологических наук” [4, с. 22]. Поскольку взаимосвязи групп специальных наук помимо прочих устанавливаются и выбором единого объекта изучения, вопросы определения объекта предмета и методов проведения

геологических исследований периодически затрагиваются многими исследователями, в том числе авторами приведенных выше работ [3, 4].

В современной научной литературе приведено множество определений объекта изучения геологии. С этих позиций понятие геологии как науки “о строении Земли, ее происхождении и развитии, основанной на изучении горных пород и земной коры в целом доступными методами с применением данных астрономии, астрофизики, физики, химии, биологии и др. наук” [5, с. 143] явно устарело. В геологии уже есть определения, более тонко учитывающие многогранно-системное состояние этого объекта. Например, “объектом изучения геологии является Земля в целом, любые ее неоднородности оболочки, слои, горные породы, минералы, кристаллы, представляющие собой сложные интегральные системы, взаимодействующие между собой” [6, с. 175]. Свое, не прямое для геологии решение вопроса о выделении объектов и моделей предложено и в информатике. Например, под “информационной моделью объекта понимается формализованное представление совокупности характеристик объекта, систематизированных и взаимно увязанных по виду и уровню” [4, с. 46]. Рассматривая с этой позиции объект изучения геологии – Землю, начинаем понимать, что за прошедшее время он претерпел значительную дифференциацию, распавшись на отдельные более мелкие объекты изучения, до последнего времени не имеющие надежных и однозначных правил их выделения. Это значительное препятствие не позволяет и сегодня решить проблему создания “геономии”, хотя есть довольно весомые аргументы в пользу начала ее формирования на современном этапе развития наук, изучающих Землю [3]. Впрочем были исследователи, которые считали задачу создания “геономии” преждевременной и ожидали появления “единых синтетических наук, рассматривающих материальные объекты (тела) в их целостности, в развитии и в сложном взаимодействии с другими объектами” [7, с. 201]. Сегодня понятно, что решение этих вопросов переносится на далекую перспективу. Ни “геономии”, ни новых синтетических наук пока не возникло. Однако с течением времени и повышением общего уровня развития наук постепенно приходит понимание того, что функции объединения начинает выполнять не определенная наука, а информация, обладающая универсальными свойствами, учитывая которые, можно описывать всевозможные объекты, явления, события и другие видимые и невидимые сферы окружающего мира. Закономерности функционирования информации, поддерживающиеся современными техническими средствами, в сумме предопределили и создание так называемого информационного пространства Земли. Следова-

тельно, можно согласиться с идеей о том, что существующая информационная организация модели Земли должна быть подобна организации в природе конкретного множества разнообразных природных объектов и явлений [4, с. 46].

Современный этап развития наименее приспособленных к информатизации специальных наук, к которым пока продолжает относиться и геология, интересен тем, что их вхождение в информационное пространство постепенно активизирует и процесс кардинального изменения отношения специалистов к определению уровня развития специальных наук в соответствии с накопленными информацией и знаниями, а также к возможностям их современной информационной обработки и представления. Геология с ее несовершенными построениями двумерных моделей разномасштабных геологических объектов, а также математическая геология (за редким исключением) до последнего времени так и не добились однозначного уровня их выделения и представления в информационном пространстве Земли. Фактически не было создано геолого-математических моделей разнообразных геологических объектов, даже приблизительно подобных разборным моделям, созданным классиками отечественной геологии [8], хотя с современных позиций их вполне можно считать эталонами для современных информационных моделей геологических объектов, адекватно представляющих геологическое пространство (рис. 1). Сегодня очень трудно предвидеть возможный уровень развития геологии для случая наличия в руках создателей механических моделей современных информационно-технических средств и возможностей. Одно понятно — слабая объектная ориентация геологии существенно сказывается на превращении геологии в точную науку, замедляя ее развитие. Именно вследствие неразвитости этого направления в геологии даже геоинформатика пока не способна создать подобные информационно-геологические модели разномасштабных геологических объектов, хотя в

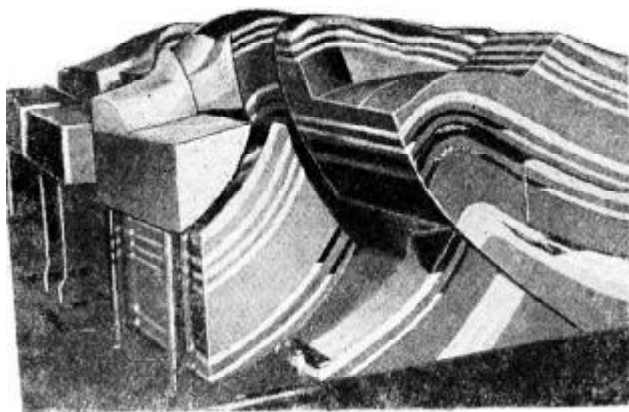


Рис. 1. Механизированная разборная модель тектонически экранированной залежи нефти [8]

последнее время предпринимается множество попыток их создания, в том числе в Украине [8–14]. Препятствует этому отсутствие механизмов, позволяющих собирать воедино многообразие наиболее современных трехмерных разномасштабных геологических объектов в виде, пусть отдаленно напоминающем Землю. Данная проблема геологии не имеет решения и в геоинформатике. Поэтому напрашивается вывод о том, что геоинформатика, постепенно и нехотя открывающая свой огромный потенциал, еще не проявила себя должным образом как наука, способствующая интеграции накопленной геологической информации, пока не подошла вплотную к решению фундаментальных вопросов и проблем геологии. И совсем не случайно появилось несколько неожиданный предложение о создании тандема геофизики и геоинформатики как единственно верного пути дальнейшего развития наук о Земле, а также заключение о том, “что время геологии как полноценной самостоятельной науки ... подходит к концу” [15, с. 27]. Удивляет, как поразительно быстро забываются научно обоснованные взгляды предшественников о том, что геофизика “... не может осуществить теоретический синтез всех знаний о Земле и земной коре. Геофизика дает информацию об одной стороне, об одном уровне этих объектов, причем требуется геологическая интерпретация получаемой информации” [16, с. 27]. Это довольно удачно характеризует состояние развития современной геоинформатики как науки, требующей для своего самоопределения более четкого определения объекта изучения, разработки правил сбора, систематизации, накопления и представления соответствующей разнообразной информации, характеризующей выделенный объект, а также выявления условий ее преобразования в определенную сумму знаний.

Сегодня можно сказать, что объект изучения геоинформатики еще окончательно не определен. Достаточно полно и точно представлена только его географическая часть. Об этом можно судить даже потому, что под названием и аббревиатурой географических информационных систем (ГИС) объединены различные направления геофизических, экологических и других исследований, а геология и объекты ее изучения представлены в современных ГИС в основном через призму других наук. Геология и ее объекты изучения как бы имеют место, но по традиции отображаются в ГИС с использованием тех или иных характеристик и способов отображения, присущих другим наукам, хотя геология за долгий период своего развития и сама сформировала достаточный аппарат представления природных объектов на любом уровне знаний. Более того, за названием “геология” стоят фундаментальные дисциплины: стратиграфия, тектоника и структурная геология, ли-

тология, геоморфология и палеоморфология и другие, имеющие свои отработанные правила представления объектов изучения, а следовательно и должного отображения в информационном пространстве. И вполне естественно, что для разработки такого представления целесообразно использовать опыт информатизации наиболее развитого географического направления развития информационных систем с определением условий их максимального положительного влияния на развитие нового геологического направления в геоинформатике.

Прежде всего, идея о возможности и необходимости разработки геологического направления в геоинформатике, как и в других научных направлениях, доказывается с помощью целевого поиска соответствующих аргументов в сложившейся системе знаний. Поэтому необходимо учесть, что в одном из первых учебников по геоинформатике она трактовалась, как “пограничная область знаний между науками о Земле и информатикой, изучающей методы регистрации, хранения, передачи, обработки и интерпретации многоуровневой и многопараметровой геоинформации” [17, с. 5]. Также интересным является определение, характеризующее геоинформатику, как “аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества” [1, с. 8]. В современных геоинформационных исследованиях с преобладающим геофизическим уклоном скорее рассматривается история становления геоинформатики, чем даются ответы на вопросы, связанные с определением объекта, предмета и методов геоинформатики [18]. В последнее время вновь и вновь предпринимаются попытки пересмотра определения понятия “геоинформатика”. Например, определение геоинформатики как науки “об информационных потоках в природе, обществе и сознании, использовании знаний об этих потоках для глубокого понимания основных феноменов бытия – Космоса, Земли, Жизни и Человека” [19] фактически выводит украинское направление ее развития на новый уровень изучения Природы, Общества и Человека и указывает на рождение нового естествознания [20]. Выделение геоинформатики как нового научного направления развития наук, изучающих в том числе внутреннее строение Земли, безусловно, является признанием его важности [21]. Возникает понимание того, что через эту развивающуюся науку уже проис-

ходит переосмысление всей суммы накопленных человечеством знаний в областях описательных специальных наук. Но изменить или ускорить такой процесс мгновенно невозможно. Поэтому в сложившихся условиях можно считать вполне закономерным выделение геологического направления в геоинформатике как области слияния знаний по информатике, геоинформационным технологиям, картографии, геологии, методологии и философии [22].

Изложенные обстоятельства, бесспорно, необходимо учитывать при создании методов, ориентированных на конкретные изыскания по разработке новых способов и средств познания геологических объектов, процессов и явлений, направленных на решение прикладных задач природо- и недропользования, с которых и начинаются основные, в том числе фундаментальные, исследования [6]. Вместе с тем массовое использование современных информационно-технических средств в практике научных исследований и геологоразведочных работ (ГРП) свидетельствует не только о появлении новых возможностей в решении теоретических и практических задач, в том числе в области нефтегазовой геологии, но и о довольно высокой их результативности [22, 24, 27, 28, 30, 32 и др.]. С этих позиций выделение геологического направления прогноза, картирования и изучения разномасштабных геологических объектов в самой геологии, подкрепленных информационно-техническими возможностями современных информационных средств, выглядит вполне обоснованным и реальным. Дальнейшее развитие геологического направления в геоинформатике видится в проведении его более детальной структуризации и дифференциации по исторически сложившимся научным направлениям изучения Земли.

Практическая реализация этого процесса рассматривается как закономерный, научно обоснованный и своевременный этап развития геологии. Он включает в себя уточнение и объектную привязку информации, собранной в разнообразных базах и банках данных; формирование баз знаний; более четкое и формальное определение объектов исследования; разработку новых методов, более тонко учитывающих информационную составляющую и накопленные знания специальной науки; определение уровня подготовленности разных направлений геологии к эффективному использованию информационных технологий. Неудивительно, что практическая информатизация, как и развитие самой геологии, началась с упорядочения геологических знаний в стратиграфии, уточнения геохронологической истории Земли и создания математически точного трансцендентального геохронологического календаря. Применение математических приемов и средств

для уточнения геохронологической истории Земли можно отнести к выдающимся событиям, открывающим новые горизонты и пути перехода геологии в разряд точных наук. Это в ближайшем будущем окажет огромное необратимое воздействие на ход проведения исследований всех без исключения наук, изучающих Землю. По нашему мнению, построение календаря в рамках описательной науки – геологии – один из первых примеров постановки и оперативного решения фундаментальной задачи. Оно доказывает, что глубокие изменения в этой области знаний приводят к пониманию того, что происходят фундаментальные открытия и формируются новые научные направления [6].

Считается, что уровень современных исследований прямо зависит от использования и дальнейшего совершенствования новых технических средств, различных и в то же время пока в несколько упрощенной форме заменяющих естественный интеллект. Общеизвестно также, что расширение взаимодействия и взаимосвязей наук в современных исследованиях – главные тенденции, наблюдающиеся и обеспечивающие их взаимное развитие. Это относится и к формирующемуся ныне тандему информатики и геологии. Естественно, при появлении новых “стыковых” возникает необходимость в научно обоснованном определении роли каждой из взаимодействующих наук, изучающих конкретные объекты исследования. Научные исследования показывают, что это достигается построением топологии, или выделением типов, возможно, форм возникшего взаимодействия [23].

Более детальное рассмотрение намечившихся путей взаимодействия информатики и геологии по изучению объекта Земля, исследованием строения которого достаточно целенаправленно занимается геология, обусловило необходимость выработки более четкой формулировки названия “стыковой” науки. Представляется, что в нем должны найти отражение как форма взаимодействия, так и характер их объединения. Помимо этого название должно однозначно характеризовать формирующуюся стыковку наук в сложившейся системе знаний.

Довольно слабая методологическая проработка вопроса создания “стыковых” наук сегодня, к сожалению, не позволяет провести его всеобъемлющее рассмотрение. Тем не менее намечившееся взаимодействие информатики и геологии в первом приближении можно отнести к развитию кооперационных процессов двустороннего характера для объединения по направленности взаимодействия. Это означает, что в предложенном взаимодействии предпочтение отдается привлечению средств и технических возможностей современной, интенсивно развивающейся науки – информатики – для изучения объектов описательной

науки – геологии, фактически не имеющей подобных методов в арсенале своих исследований. Не лишним будет и определение перечня созданных информационных средств, способных уже сегодня оказать влияние на развитие современной геологии.

Краткая предыстория изучения и решения этой проблемы, свидетельствующая о необходимости учета опыта создания подобного тандема на примере взаимодействия математики и геологии, позволяет остановиться на одном главном положении, в котором обобщен опыт специалистов, принимавших непосредственное участие в процессе математизации геологии. Оно в основном сводится к тому, что вплоть до настоящего времени не разработаны общепринятые решения сложных вопросов и проблем выделения, однозначного картирования и изучения природных геологических объектов с помощью кооперации данных наук. Можно считать, что предложенной стыковкой методов так и не потревожены основы классической описательной науки – геологии. В первую очередь это касается интеллектуальной части применения математических и компьютерных средств выделения природных захороненных разномасштабных геологических объектов, касающихся наиболее сложной части – проведения прогнозных геологических исследований и поиска месторождений полезных ископаемых [24]. Очевидно, не были выполнены условия, одно из которых сформулировано следующим образом: “Математизация – это взаимодействие математики с определенной научной дисциплиной, имеющее целью получение какого-либо знания в последней... Такое взаимодействие не может быть обеспечено искусственной привязкой математических средств, разработанных для нужд одной области знания, к проблемам другой области знания” [25, с. 12]. Собственно, проведение предыдущей “насилованной” математизации можно считать довольно грубым примером неудачного решения проблем описательной науки, так и не достигнувшей на определенном этапе развития возможностей естественного интеллекта, способного решать задачи с использованием ограниченного количества первичной информации. Очевидно, даже естественный интеллект еще не в состоянии создать единый всеобъемлющий образ объекта исследования, так как сам до сих пор является хотя и наиболее развитой, но небольшой частью данного материального объекта. Поэтому с определенной долей условности современный этап развития геологической науки можно отнести к этапу проведения глубочайшего анализа провозглашенного взаимодействия геологии и математики и устранения выявленных противоречий и недостатков. Однако более правильно считать его этапом обобщения всего накопленного объема

геологической информации и знаний в связи с возникновением и формированием нового тандема – геологии и информатики, приходящего ему на смену.

Представляется, что наиболее приемлемой “стыковой” формой будущего объединения наук может быть новая наука под названием “инфогология”, в которой методология проведения исследований и определение объектов исследования остаются за геологией, а информатика привносит свои элементы и методы информационных исследований для решения проблем специальной науки. Это полностью совпадает с тем, что “формирование стыковых наук, представленное как исследование референтов одних наук с помощью репрезентаторов, построенных в других науках, означает не что иное, как существенное расширение сферы приложения репрезентаторов за счет того, что их начинают использовать для исследования таких референтов, для которых они изначально не предназначались” [23, с. 47]. Исходя из указанного, функции поставщика референтов в виде объекта и предмета изучения в сумме с накопленным объемом информации и знаний и комплексом нерешенных проблем, в исторически сложившихся формах их представления, в новом взаимодействии будет выполнять геология. Совокупность разнообразных сообщений, очевидно, и будет составлять информационную базу и одновременно сферу приложения информационных методов и технологий. Немаловажным при формировании и выборе названия будущей стыковой науки является определение не только уровня взаимодействия наук, но и специфических черт и особенностей, способствующих ее однозначному выделению из сложившейся системы специальных и общенаучных знаний.

В свою очередь, предложенная трактовка требует уделить более пристальное внимание проблемам, связанным с уточнением и переосмыслением некоторых классических положений нефтяной геологии, касающихся ее подготовки к переходу в сферу действия современных информационных технологий. Утверждается, что “геологоразведка – не материальное производство, а улавливание и переработка информации, выделяемой месторождениями. Эту информацию геолог систематизирует и передает горной промышленности. Отсюда следует, что геологоразведка – исследование, по результатам которого геолог делает заключение о ценности месторождения” [26, с. 110]. Следовательно, геология готова к такому переходу.

Сегодня невозможно подробно описать весь перечень проблем, касающихся улавливания, переработки и переосмысления геологической информации в связи с разработкой основных понятий информатики, суть которых на современном этапе развития так до конца и не познана. На-

пример, предложенная математизацией геологии предварительная “сортировка” разнообразной по информативности и другим параметрам геологической информации с целью ее доведения до единого уровня, приемлемого для математической обработки, фактически не решила многих проблем геологии, в том числе касающихся выделения геологических объектов. Напротив, сортировка и упорядочение первичной информации для обеспечения математических построений порой вызвали значительное уменьшение ее объема и, в конце концов, приводили к построениям, реально не отражающим необходимых нюансов, особенностей и деталей строения геологических объектов. Это, наряду с возникающими сложностями внедрения математических приемов и методов в геологические исследования (включая и человеческий фактор, касающийся взаимодействия математиков и геологов), фактически погасило интерес к математизации процесса прогноза и поиска нефтегазоперспективных объектов, как к довольно грубому инструменту построения моделей захороненных геологических объектов и явлений на начальной стадии ГРП. Подтверждение этому можно найти в истории проведения геологоразведочных работ. Есть примеры, когда в процессе геологических исследований малейший штрих или отдельный случайный показатель в результате анализа, трансформировавшись через естественный интеллект (*интуицию и профессионализм исследователей – курсив мой*), приводил не только к открытию новых деталей геологического строения объектов, но и к обнаружению залежей полезного ископаемого, поиск которых собственно был и является целью процесса сбора и обработки геологической информации. Причем математическая обработка предполагает постоянное повторение построений при появлении новой информации или данных фактически с ограниченным использованием методов наращивания уже имеющихся знаний, что также в какой-то мере осложняет и делает рутинным процесс исследований. И самое главное. Математическая обработка не позволяет учитывать во всем объеме накопленный опыт, знания и открытия специальной науки. Известно, что “создание нового лежит за пределами логики и математики” [4, с. 43]. Кстати, проблема перевода информации в знания также не решена в геологии вплоть до настоящего времени. Например, автор поддерживает точку зрения о том, что изобретенные формы представления разнообразных знаний пока практически не используются в геологии, а сам процесс их создания находится на первоначальной стадии формирования [27].

Не решена должным образом также проблема точности сбора и представления геологической информации. Современнно звучит утверждение о

том, что “исходный материал должен быть объективным, достоверным, достаточно полным и точным, исключаям всякий субъективный произвол” [25, с. 13]. Понятно, что разнообразная информация прямо влияет на создание представлений о геологических объектах, “об их местонахождении, величине, форме пространственной ориентировке, составе, строении, физических и химических свойствах, отношениях друг с другом и т. д.” [26, с. 111]. Однако практическая реализация этого утверждения – процесс, имеющий далеко не однозначные решения. Если с позиции формирующейся инфогеологии рассматривать современное определение геологоразведки, то, в стиле И.П. Шарапова, *геологоразведка это процесс получения новой объективной, достоверной, достаточно полной и точной информации и разработки новых, более тонких и точных методов, позволяющих путем ее обработки накапливать и представлять новые знания о геологических объектах и явлениях, служащих основой добычи полезных ископаемых*. В предложенной трактовке, в отличие от геологического словаря, главные акценты строго привязаны к конкретным разнообразным геологическим объектам и явлениям Земли, так как они и являются, по сути, непосредственной целью научных геологических исследований и геологоразведочных работ.

При отсутствии новых методов искусственного интеллекта, позволяющих эффективно решать задачи выделения геологических объектов, временно необходима переориентация современных информационно-технических средств на оказание помощи естественному интеллекту. В научном аспекте это может считаться шагом назад. Однако поскольку создание средств искусственного интеллекта, несмотря на радужные перспективы, пусть не далекое, но пока будущее, целесообразнее рассматривать современные информационно-технические средства как инструмент, повышающий и усиливающий исследовательские возможности человека. Поэтому было предложено временно рассматривать применение информационных средств по аналогии с использованием в геологии микроскопа. Вместе с тем в отличие от последнего представление и видение захороненных разнообразных объектов, порой во много раз превосходящих по размерам сам прибор, достигаются не с помощью линзы, а в результате современного математического и информационного обеспечения работы технических устройств – ПЭВМ [28]. Накопленный опыт исследований показывает, что простое отображение разнообразных природных объектов с помощью современных технических средств подобно отображению горных пород и минералов под микроскопом. В данном случае предлагается рассматривать не горные породы и отдельные минералы, а захороненные природные

объекты. И так как эти объекты практически всегда будут оставаться невидимыми, активизация работы естественного интеллекта по их изучению практически невозможна без развития, совершенствования и использования научных изобразительных и даже художественных возможностей имеющихся информационно-технических средств. Таким образом, можно предположить, что *инфогеология – это наука, формирующаяся для изучения разнообразных геологических объектов и явлений Земли, определения целей и решения задач геологоразведки посредством решения проблем сбора, накопления и представления информации и знаний в области специальной науки с помощью современных информационных технологий и технических средств*.

С такой позиции внимание исследователей переносится из области построения разнообразных геологических объектов с помощью разнообразных, в том числе математических, методов в область действия общенаучного, фреймового представления накопленной информации и знаний [29]. В этом случае математические методы становятся на определенный, только им присущий уровень практического их использования в исторически продолжительном процессе познания невидимых природных объектов в различных сферах знания, но явно недостаточный для познания сложных и разнообразных геологических объектов. С учетом изложенного аналогия с микроскопом вполне обосновано позволяет предположить реальную возможность возникновения новых принципов и нового этапа в развитии специальной науки – геологии и создания на этой основе новых научных направлений и прикладных геологических исследований, включающих в перечень методов информационную составляющую и разрабатываемые информационные методы.

Особенно это актуально для нефтяной геологии, подошедшей к изучению наименьших по размерам и сложных по строению нефтегазоперспективных объектов. Вынужденная концентрация прогнозных геологических исследований на поиске мелких, мельчайших и сложных по строению природных объектов разнообразного типа в пределах природного резервуара (сублокальный уровень) обнажила ряд проблем, пока не имеющих должного решения на современном уровне научного геологического сопровождения ГРП [27]. Не повторяя уже всем известные результаты выделения самого детального сублокального уровня контроля нефтегазонасности и соответствующих ему геологических объектов, отметим, что доказана и пока никем не отвергнута идея о наличии этого уровня в природной среде. Не поставлены под сомнение и разработанные методы выделения разнообразных геологических объектов на таком уровне детальности. Более того, прогнозируется, что при соответствующем усовершенствовании

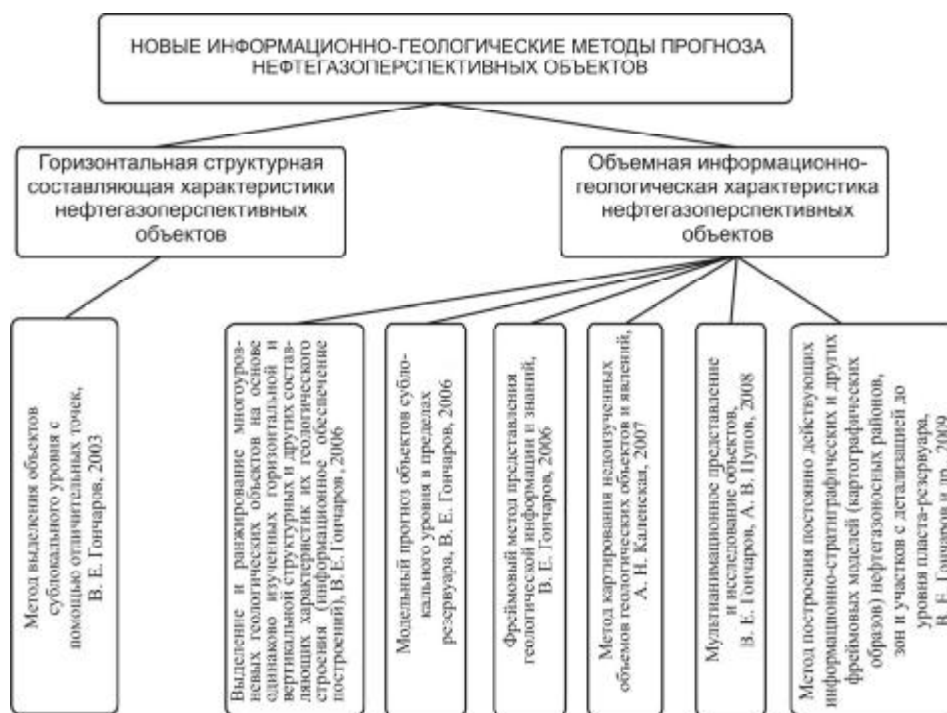


Рис. 2. Фрагмент принципиальной схемы комплекса информационно-геологических методов исследования включительно до сублокального уровня (по В.Е. Гончарову, 2005–2010)

методов появляется реальная возможность представления и изучения практически всех природных объектов независимо от их масштаба. В случае подтверждения данной точки зрения можно говорить о том, что в рамках развивающейся геоинформатики созданы новые универсальные методы, использующие для выделения разномасштабных природных объектов разнообразную геологическую и промыслово-геофизическую информацию, собранную в результате бурения глубоких скважин на территориях с высокой степенью изученности недр.

Считая, что новые информационно-геологические методы фактически разработаны для решения проблем прогноза и поиска нефтегазоперспективных объектов, можно утверждать, что на базе науки референта в результате соответствующей инверсии методов информатики с соблюдением методологии и традиций специальной науки разработаны новые информационно-геологические методы, приспособленные к решению геологических задач, что также является необходимым условием развития новых научных направлений (рис. 2). Они ориентированы на решение проблем усовершенствования, разработки новых и повышения точности и качества работы известных геологических методов, используемых для прогноза и поиска нефтегазоперспективных объектов.

Ниже кратко охарактеризованы информационно-геологические методы, применяемые для решения проблемных вопросов специальной науки и открывающих новые возможности и горизонты в ее развитии.

Метод выделения и ранжирования многоуровневых геологических объектов на основании одинаково изученных горизонтальной и вертикальной структурных и других составляющих характеристик их геологического строения решает проблему обеспечения достоверности, надежности и других информационных характеристик, определяющих качество построений геологических объектов. Принято, что информация об объекте и его разнообразных характеристиках может считаться достоверной при ее подтверждении комплексом проведенных исследований в пробуренных скважинах.

Метод отличительных точек касается выделения объектов сублокального уровня на площадной составляющей характеристике природных объектов. По сути это модуль, повышающий детальность выделения объектов на площадной (структурной) составляющей характеристике их геологического строения (карте). Метод создан в дополнение к существующим в геологии методам, картирующим и представляющим картируемый объект на вертикальной составляющей (профиле). Предполагается, что метод позволяет прогнозировать и выделять объекты различной по знаку амплитуды порядка 80 м и менее.

Метод модельного прогноза объектов сублокального уровня в пределах резервуара изначально разрабатывался для прогноза и поиска нефтегазоперспективных объектов неантиклинального типа. Метод берет свое начало с попыток решения прогнозных задач нефтяной геологии с помощью математизации геологических знаний. В данном случае метод аппроксимации используется для картирования кровли литологического ограниче-

ния залежи углеводородов, выявленной по результатам бурения глубоких скважин и переноса выполненных построений реально существующего объекта на неизученные территории и межскважинное пространство, в зону прогнозного распространения резервуара, в котором она была выявлена. В отличие от предыдущего метода, предложенного для стадии разведки, прогноз одиночного или нескольких объектов в пределах прогнозной зоны распространения резервуара может быть осуществлен на неохарактеризованных глубоким бурением территориях.

Фреймовое представление геологической информации и знаний как информационный метод [29] адаптирован для решения задач визуализации геологической информации и знаний о захороненных разномасштабных геологических объектах и явлениях. С этих позиций фрейм рассматривается как “одиночный универсальный носитель информации представления знаний о мире в теории мышления человека и искусственного интеллекта (ЭВМ), способный описывать факт, событие, процесс, с помощью которого осознаются и отображаются зрительные образы (визуальные фреймы), слова (семантические фреймы), мысли и действия (фреймы-сценарии)” [30]. На сегодня для нефтяной геологии наиболее хорошо разработано визу-

альное представление фрейма геологического строения объекта или явления. Адаптация предложенной формы к формам объектов, используемых в развивающемся геоинформационном пространстве Земли, позволила разработать и построить разномасштабные визуальные фреймы от значительных по размерам частей регионов (рис. 3) до таких явлений, как нефтегазоносность в интервале распространения карбонатных отложений (рис. 4). Этим фактически положено начало фреймовому отображению, преобразованию и анализу геоинформации о захороненных разномасштабных геологических объектах и явлениях, в том числе в трехмерном геологическом пространстве, что фактически знаменует переход к объемной геологии.

На этой основе разработан *метод выделения и картирования недоизученных объемов геологических объектов и явлений*. В основе метода лежит представление о достоверной (по результатам глубокого бурения) геоинформации с помощью визуального фрейма. Метод, используя существующие правила построения геологических объектов, позволяет представлять недоизученные части исследуемых объектов с помощью визуализации имеющихся знаний и информации, хранящихся в семантической или другой форме. Экспертиза вы-

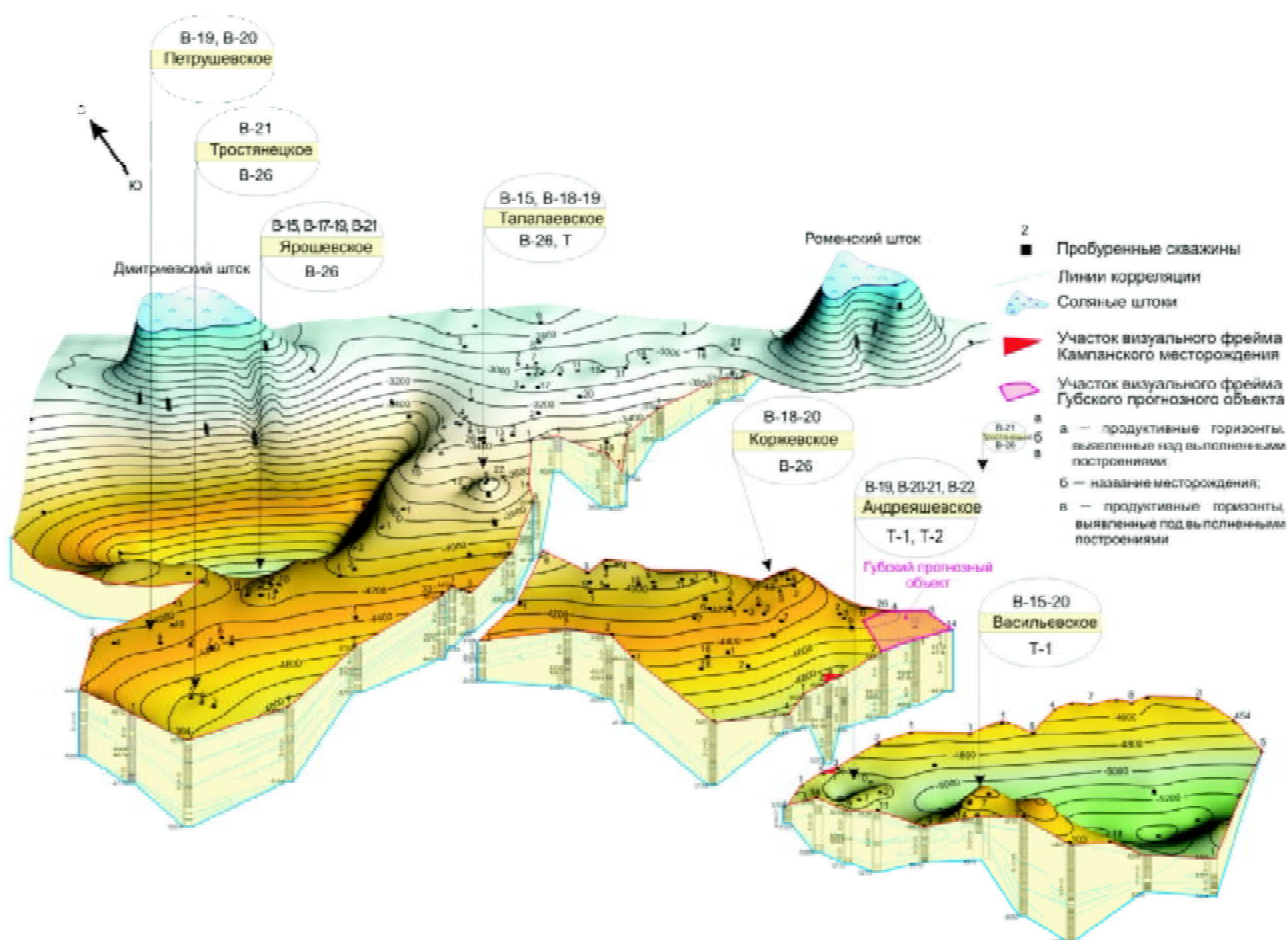


Рис. 3. Визуальный фрейм Талалаевского выступа Днепровско-Донецкой впадины (В.Е. Гончаров, А.В. Пупов, А.Н. Ка-ленская, Л.Р. Савельева; идея, теоретическая разработка и геологическая интерпретация В.Е. Гончарова, 2005)

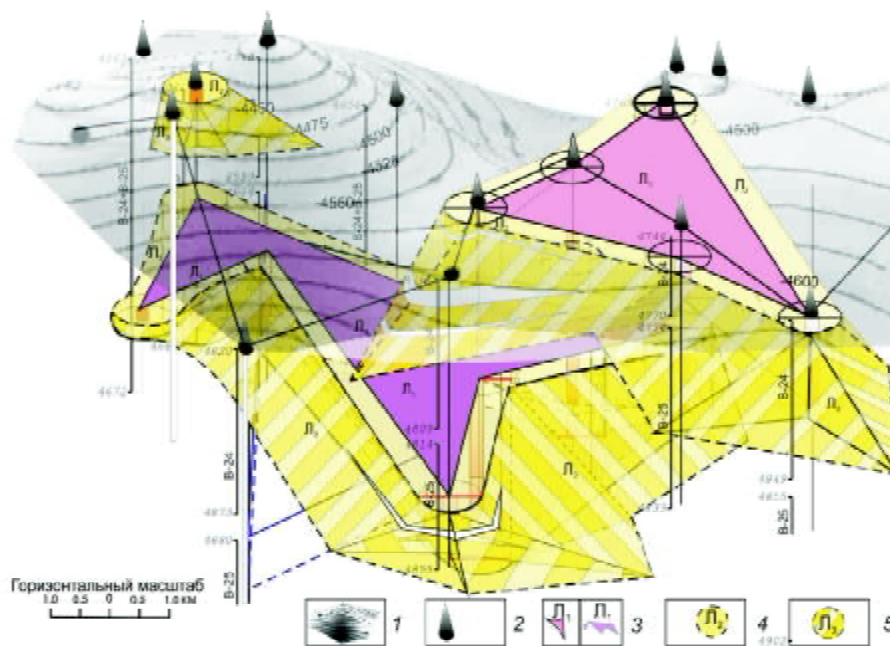


Рис. 4. Визуальный фрейм нефтегазонасыщенной части ПГ В-24 и В-25 в интервале распространения ранневизейской карбонатной плиты, Днепровско-Донецкая впадина (В.Е. Гончаров, А.Н. Каленская, 2009): 1 – кровля; 2 – пробуренные скважины; границы локализации углеводородов: 3 – максимально вероятной (L_1 – аналог категории C_1), 4 – возможной (L_2 – аналог категории C_2), 5 – прогнозной (L_3 – аналог категории C_3).

полненных построений недоизученных частей объектов и явлений дает возможность определять их адекватность современному уровню знаний.

Метод мультианимационного представления и исследования объектов позволяет адекватно воспринимать даже не существующие сегодня объекты, воспроизводить и понимать суть представленных действий и явлений. Покадровое (фреймовое) изображение объектов, выход на объемное изображение, возможность отображения внутренних и внешних изменений, движение в пространстве и времени, а также интерактивная работа с объектами могут стать в ближайшем будущем незаменимым инструментом изображения характерных черт, размеров, ограничений, внутренней и внешней характеристик, конкретного местоположения в пространстве и других составляющих природных объектов.

Метод создания постоянно действующих разномасштабных информационно-стратиграфических и других фреймовых моделей (картографических образов) нефтегазоносных регионов, зон и участков с детализацией до уровня пласта-резервуара решает вопросы привязки и представления многоуровневой геологической информации и знаний. В основе метода – положение о том, что в современном информационном пространстве любая специальная наука, в том числе одна из фундаментальных наук, изучающих Землю, должна обладать собственным, пространственно ориентированным инструментом отображения накопленных информации и знаний об объектах изучения.

Согласно предварительной оценке результатов исследований по выделению геологического

направления в геоинформатике, в рамках формирующегося научного направления появилась возможность представления знаний с помощью фреймов и визуальных фреймов. Однако в связи с тем что фреймовое представление информации одновременно является и определенной концепцией восприятия окружающего мира, опирающейся на “гипотезу адекватности целостного восприятия и познания окружающей действительности” [4, с. 66], вопрос нуждается в проведении более глубокого, всестороннего и длительного исследования.

Для практики проведения научных исследований и ГРП живой интерес могут представлять полученные результаты информатизации стратиграфии, как первого исторически сложившегося научного направления изучения Земли. Данная проблема изучалась нами на протяжении нескольких лет, и сегодня можно с уверенностью сказать, что понятийная база этой древней науки позволяет говорить о ее подготовленности к процессу информатизации. Это доказано проведением кодификации и нумерации стратонтов Международной стратиграфической шкалы (МСШ-2004), совмещенной с фрагментом Геохронологической таблицы (СССР, 1982 г.) (рис. 5). С учетом разработанных правил создана и предложена к обсуждению кодифицированная региональная стратиграфическая шкала (РСШ) девонских отложений Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) с детализацией до уровня стратиграфического горизонта, а также практически завершено составление РСШ каменноугольных отложений ДДВ подобной детализации. Создание региональных шкал с использованием элементов информатики доказывает воз-

объекты. Поэтому с позиций информационного анализа представленная корреляция, даже в пределах ВЕП, требует выполнения дополнительных исследований для приведения существующей стратификации к одному уровню выделения стратонов. Это позволяет предположить, что не только неполнота геологической летописи не позволяет “проследить по всей Земле одну и ту же дробную последовательность стратонов” [31, с. 53]. Существуют ошибки, заключающиеся в неодинаковом подходе к изучению и выделению стратонов одинакового ранга, а чаще — в отсутствии необходимой, точной и качественной информации, достаточной для проведения подобных исследований. Ранее даже не предполагалось, что такие незначительные информационные показатели, как наличие, отсутствие, противоречивость, однозначность, неоднозначность, целевое назначение, ценность, надежность, достоверность, достаточность (полнота), в условиях перехода любой науки в информационное пространство способны сами по себе, даже без проведения дополнительных исследований и математической обработки, влиять на принятие решений в области специальной науки [32]. В свою очередь, это позволяет по-новому переосмыслить и более масштабные, а потому невидимые на первый взгляд несоответствия в существующем стратиграфическом знании. Например, перечень проблем стратиграфии показывает, что они, в основном, касаются следующего [31, с. 87]:

- разработки сверхдетальных стратиграфических шкал широкого пространственного протяжения для точной синхронизации геологических событий и детальных палеогеографических реконструкций;
- резкого увеличения дробности стратиграфических шкал и точности корреляций в немых и обедненных органическими остатками толщах, в том числе докембрийских;
- получения изохронных стратиграфических подразделений в особенно сложных комплексах осадочных и вулканогенных пород (например, в сложнопостроенных и очень мощных вулканогенных поясах);
- получения глобальных стратиграфических схем высокой дробности, одинаково пригодных для разнофациальных и разнопровинциальных отложений и многих других вопросов”.

Переоценка перечисленных выше проблем с позиции информатики показывает, что практическим инструментом стратиграфии, а вернее инфостратиграфии, должны стать еще используемые в практике научных исследований (*хотя и ограничено* — курсив мой) геологические профили и геологические карты. Предложенная “покадровая” информационная реконструкция истории становления геологии как науки позволила выяс-

нить, что первый кадр касается формирования стратиграфии. Известно, что в период ее становления было предложено изучать слои Земли не только путем исследования остатков флоры и фауны и составления всевозможных каталогов и стратиграфических схем, что привело к развитию биостратиграфического и других направлений в стратиграфии, но и с помощью построения геологических профилей и геологических карт, основу которых составляла та же информация. С тех времен геология потеряла “универсальность”, распавшись на множество научных направлений, а созданные ею инструменты и методы познания по традиции продолжают сохранять названия несуществующей ныне науки. Вместе с тем геологические профили и карты можно и необходимо сделать рабочим инструментом прослеживания “по всей Земле одной и той же... последовательности стратонов” в дополнение к многочисленным каталогам и стратиграфическим схемам, созданным в стратиграфии. Можно считать это первым шагом в будущей масштабной интеграции геологических знаний. При этом необходимо переименовать геологические карты и профили, дав им современное название информационно-стратиграфических [33].

Не менее интересные результаты получены при реализации разработанного комплекса методов в прогнозных исследованиях. Сравнительно на небольшой части нефтегазоносного региона (Талалаевский выступ кристаллического фундамента и осадочного чехла ДДВ) и узкого интервала разреза (XIIa микрофаунистического горизонта) было выявлено около 20 нефтегазоперспективных объектов и рекомендовано наращивание перспективных территорий и запасов. Этим продемонстрирован высокий потенциал “стыковой науки” — инфогеологии — в решении задач прогноза и поиска нефтегазоперспективных объектов на территории с высокой степенью изученности недр. Можно считать, что с ее помощью частично реализован замысел создания “промышленного” (Э.Б. Мовшович и др., 1981) комплекса геологических методов, решающих задачи прогноза, поиска и картирования разнообразных ловушек углеводородов.

В связи с изложенным отметим, что речь идет не просто о появлении нового научного направления, а о начале информационно-геологических исследований в нефтяной геологии, позволяющих работать с объемами геологических объектов, всевозможной информацией и знаниями, а значит, приступить к разработке нового, фреймового, анализа выполняемых построений.

1. Берлянт А.М., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Картография и геоинформатика // Итоги науки и техники. Сер. Картография. — М.: ВИНТИ, 1991. — Т. 14. — 179 с.

2. Кузнецов О.Л., Черемисина Е.Н. Геоинформатика, геоинформация, геоинформационные технологии в прикладном / Геоинформатика. – 2003. – № 2. – С. 3–10.
3. Резанов И.А. История взаимодействия наук о Земле. – М.: Наука, 1998. – 223 с.
4. Смирнова А.С. Информационный анализ в геологии. – М.: Недра, 1985. – 157 с.
5. Геологический словарь. – В 2 т. – М.: Недра, 1978.
6. Хаин В.Е., Рябухин А.Г. История и методология геологических наук: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 224 с.
7. Медунин А.Е. О некоторых способах изучения Земли геофизикой в их историческом развитии и об особенностях современной классификации естественных наук // Взаимодействие наук при изучении Земли. – М.: Наука, 1964.
8. Брод И.О., Фролов Э.Ф. Поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений. – 2-е изд., перераб. доп. – М.: Гостоптехиздат, 1957. – 674 с.
9. Геоінформаційна система K-MINE / Кривбасакадеміст. – e-mail: kai@ukrtel.dp.ua
10. Довбнич М.М., Солдатенко В.П. Построение 3D разломно-блоковой модели фундамента (на примере южного борта Днепровско-Донецкой впадины // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К.: 2005. – С. 153–156.
11. Фенота П.О., Тополок В.В. Методика побудови структурних моделей та моделей потужностей, на прикладі серпуховських продуктивних комплексів північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини // Там само. – К.: 2007. – С. 54–60.
12. Грунис Е.Б., Юдин М.Д. Создание модели геологического строения природных резервуаров Центрально-Хорейверской рифовой зоны на основе 3-мерных палеореконов // Геология нефти и газа – 2008. – № 1. – С. 39–45.
13. Костріков С.В. Досвід ГІС-моделювання і візуалізації системи свердловин та геологічного середовища (на прикладі Грем'ячинського родовища калійних солей // Геоінформатика. – 2009. – № 2. – С. 64–70.
14. Рудько Г.І., Лазаренко М.В., Хомченко С.А. Використання ГІС-технологій при геолого-економічній оцінці родовищ корисних копалин // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2009. – С. 171–176.
15. Страхов В.Н. Смена парадигм в науках о Земле // Геоінформатика. – 2004. – № 3. – С. 22–27.
16. Мороз С.А., Оноприенко В.И. Методология геологической науки. – К.: Вища шк., Гол. изд-во, 1985. – 199 с.
17. Кузнецов О.Л., Никитин А.А. Геоинформатика. – М.: Недра, 1992. – 302 с.
18. Кулікович А.Є., Якимчук М.А. Геоінформатика: історія становлення, предмет, метод, задачі (сучасна точка зору) Ст. I // Геоінформатика. – 2002. – № 1. – С. 7–19.
19. Кулікович А.Є., Якимчук Н.А. Историческая миссия геоинформатики // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2009. – С. 4–19.
20. Кулікович А.Є., Якимчук Н.А., Татарінова Е.А. 35 лет украинской геоинформатике // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2010. – С. 4–25.
21. Чебаненко И.И. Разработанная украинскими геофизиками теория Календаря, Космоса и Земли – великое научное открытие // Геол. журн. – 2008. – № 4. – С. 7–16.
22. Гончаров В.Є. Геологічний напрям розвитку інформаційних технологій // Геоінформатика. – 2006. – № 2. – С. 92–97.
23. Сычева Л.С. Пути формирования “стыковых” наук // Взаимодействие наук как фактор их развития. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 43–57.
24. Гончаров В.Є. Проблемні питання геології і геоінформатики та деякі шляхи їх розв'язання // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2005. – С. 58–68.
25. Кочергин А.Н. Взаимодействие наук как комплексная проблема // Взаимодействие наук как фактор их развития. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 5–20.
26. Шаранов И.П. Метагеология: Некоторые проблемы. – М.: Наука, 1989. – 208 с.
27. Гончаров В.Є. Сублокальний геологічний прогноз нафтогазоперспективних об'єктів (на прикладі Талалаївського виступу Дніпровсько-Донецької западини): Автореф. дис. ... канд. геол. наук. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2006. – 22 с.
28. Гончаров В.Є. Геологічна інформатика. Положення в системі наук про Землю // Геоінформатика. – 2007. – № 3. – С. 19–26.
29. Минский М. Фреймы для представления знаний: Пер. с англ. – М.: Энергия, 1979. – 152 с.
30. Гончаров В.Є., Кононенко Л. П., Каленська Г.М. Розробка принципів зображення стратиграфічної інформації в інформаційно-геологічних дослідженнях // Геоінформатика. – 2008. – № 3. – С. 56–68.
31. Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. – М.: Наука, 1989. – 216 с.
32. Гончаров В.Є., Шевякова З. П., Пунов А.В., Каленська Г.М. Інформаційний аналіз в стратиграфії // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2009. – С. 31–47.
33. Гончаров В.Є., Каленська Г.М., Пунова М.А. Практическая информатизация стратиграфических исследований // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2010. – С. 26–41.

Поступила в редакцію 08.02.2011 г.

ИНФОГЕОЛОГИЯ – ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изложены итоги многолетней работы автора по теоретической разработке методологии и путей развития геологической науки в условиях возникновения и бурного развития геоинформатики. Технические возможности информационного представления геологической информации и знаний позволили подтвердить необходимость проведения структуризации и дифференциации геоинформатики с выделением отдельного, геологического, направления в ее развитии. Определены объект и предмет исследований, обоснованы уровень и масштаб взаимодействия геологии и информатики в формировании “стыковой” науки, а также принципы создания новых методов исследований, дано ее название – инфогеология. На основе существующих геологических и новых, инфогеологических, методов предложен комплекс методов прогноза, выделения и картирования нефтегазоперспективных объектов разнообразного типа на уровне природного резервуара, приведены результаты практического использования этого комплекса в прогнозных геологических исследованиях по выделению новых нефтегазоперспективных объектов.

Ключевые слова: геоинформатика, информационная геология (инфогеология), информационная модель, информационное пространство, структуризация, дифференциация, информационная составляющая, взаимодействие, изображение, фрейм, представление знаний, инфогеологические методы, информатизация стратиграфии, инфостратиграфические профили и карты.

ИНФОГЕОЛОГІЯ – ОБ’ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Викладено результати багаторічної праці автора з теоретичної розробки методології та напрямів розвитку геологічної науки в умовах виникнення та бурхливого розвитку геоінформатики. Відкриття нових технічних можливостей інформаційного подання геологічної інформації та знань дало змогу обґрунтувати необхідність проведення структуризації та диференціації геоінформатики з виділенням окремого, геологічного, напрямку її розвитку. Визначено об’єкт і предмет досліджень, обґрунтовано рівень і масштаб взаємодії геології та інформатики у формуванні “стикової” науки, а також принципи створення нових методів досліджень, дано їй назву – інфогеологія. На засадах існуючих геологічних і нових, інфогеологічних, методів, запропоновано комплекс методів прогнозу, виділення та картування нафтогазоперспективних об’єктів різного типу на рівні природного резервуара, наведено результати його практичного використання в прогнозних геологічних дослідженнях з виділення нових нафтогазоперспективних об’єктів.

Ключові слова: геоінформатика, інформаційна геологія (інфогеологія), інформаційна модель, інформаційний простір, структуризація, диференціація, інформаційна складова, взаємодія, зображення, фрейм, представлення знань, інфогеологічні методи, інформатизація стратиграфії, інфостратиграфічні профілі та карти.