УДК 551.8/550.4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАВДИНСКОЙ СВИТЫ В ПРЕДЕЛАХ КЫШТЫРЛИНСКОГО КАРЬЕРА И РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

RESULTS OF RESEARCH OF CLAY SEDIMENTS OF TAVDA FORMATION WITHIN KYSHTYRLINSKY QUARRY AND RECONSTRUCTION OF PALEOECOLOGICAL SITUATIONS OF THEIR FORMING

Ю. В. Беспалова, А. А. Масленников, А. Г. Малых

Yu. V. Bespalova, A. A. Maslennikov, A. G. Malykh

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень OAO «СургутНИПИнефть», г. Тюмень

Ключевые слова: тавдинская свита; сорбция; водонепроницаемые отложения; водоносный горизонт; гидрогеохимия

Key words: Tavda formation; sorption; waterproof sediments; water-bearing horizon;

Key words: Tavda formation; sorption; waterproof sediments; water-bearing horizon hydrogeochemistry

В настоящее время особое внимание уделяется вопросам экологического состояния водоносных комплексов, в которых сосредоточены пресные подземные воды хозяйственно-питьевого назначения. С целью прогноза сохранения качества питьевой воды необходимо проводить оценку защищенности подземных вод.

Результаты гидрохимических наблюдений за состоянием подземных вод на юге Тюменской области под воздействием техногенных факторов свидетельствуют о неблагоприятной геоэкологической обстановке. Большая часть территории в силу близкого залегания уровня грунтовых вод (УГВ) к дневной поверхности и отсутствия выдержанного по площади глинистого водоупора в толще перекрывающих отложений имеет очень слабую природную защищенность подземных вод, и все негативные проявления техногенной нагрузки отражаются на их качестве [1].

На настоящий момент существует множество методик, позволяющих оценить защищенность подземных вод. Часть из них дает качественную оценку территории и картирование защищенности подземных вод какого-либо региона без учета характеристик и свойств конкретных загрязнителей. В России наиболее популярна методика ВСЕГИНГЕО [2], за рубежом — методика DRASTIC и ее модификации [3]. Другие методики дают количественную оценку и картирование защитных свойств природной системы [4] применительно к конкретному виду загрязнения подземных вод (нефтепродуктами [5], азотными соединениями [6], радиоактивными элементам [7], фосфатами [8]. Свойство защищенности, согласно В. М. Гольдбергу [9], обусловливается «перекрытостью водоносного горизонта отложениями, прежде всего слабопроницаемыми, препятствующими проникновению загрязняющих веществ с поверхности земли в подземные воды». В данной статье предлагается ввести в расчет времени просачивания загрязнений подземных вод дополнительный показатель — сорбционную способность глинистых отложений.

Местонахождение Кыштырлинское представляет собой карьер по добычи керамзитовых глин и располагается на 31-м километре дороги Тюмень — Ялуторовск, вблизи п. Винзили.

Тавдинская свита в пределах Западной Сибири имеет широкое распространение, представлена морскими отложениями и впервые была установлена А. К. Богдановичем в 1944 г. как тавдинские слои [10].

На обнажении карьера вскрыты породы эоценового возраста, на которых несогласно залегают отложения четвертичного периода (рис. 1). Породы эоцена пред-

ставлены тавдинской свитой (бартон-приабон). Зональное расчленение тавдинской свиты основано на динофлагеллянтах и акулах [11–13].

Отдел	Ярус	Свита	Подсвита	№слоя	Мощность, м	Литология	
Голоцен				3	3		
Эоцен	Приабон	Тавдинская	Верхнетавдинская	2	10		
	Бартон		Нижнетавдинская	1	7		
Условные обозначения:							
	сугл	іинки		— глиг	НЫ	— алевролиты	
— пески			و و	— фау	тна		

Рис. 1. Схематический геологический разрез Кыштырлинского карьера (Масленников А. А., 2017 г.)

Геологическое описание представлено ниже (снизу — вверх):

Бартон. Тавдинская свита, нижняя подсвита.

Глина темно-серая, бирюзовая, пластичная. В толще глин отмечаются «караваи» сидеритов и опок, наполненных остатками двустворок и гастропод, частично полости раковин выполнены халцедоном. Наблюдаются отдельные линзы, обогащенные алевритовым материалом и стяжениями землистого пирита. Фауна представлена зубами акул, кораллами, гастроподами и двустворками. Мощность слоя — до 7 метров.

Приабон. Тавдинская свита, верхняя подсвита.

Глины серо-голубоватые, зеленовато-серые, с бурыми пятнами ожелезнения, существенно алевритистые, отдельными линзами опоковидные, тонкоплитчатые. С поверхности выветривания тонколистоватые и чашуйчатые, рыхлые. Наблюдаются крупные конкреции сидерита, содержащие фауну беспозвоночных и остатки следов роющих организмов, ризоконкреции. Глины местами огипсованы, причем гипс часто наблюдается в виде кристаллов, иногда очень крупных, и щеток. Глины содержат массу зубов акул, скатов и остатки костистых рыб, отмечаются остатки рептилий. В составе комплекса выявлены Carcharias acutissima, Isurolamna aff., Striatolamia macrota, Striatolamia sibirica, Notorhynchus kempi, Squatina sp., Physogaleus sp., Abdonia sp., Myliobatis sp., многочисленные остатки костистых рыб представлены Eutrichiurides sp. и Cybium sp. Мощность слоя — до 10 метров.

Четвертичные отложения.

Суглинки и пески. Мощность слоя — 3 метра. Как видно из приведенного выше описания, отложения хорошо коррелируются с разрезом местонахождения Курган [14], что свидетельствует об общей палеогеографической обстановке на данных территориях.

Ежегодные изучения литолого-фациальных особенностей отложений, окаменелостей и их расположения во вмещающих породах Кыштырлинского карьера в период с 2009 по 2016 гг. позволили восстановить некоторые палеоэкологические параметры условий обитания ископаемых организмов в исследуемой части палеобассейна. Нижняя подсвита формировалась в более глубоководной обстановке, о чем свидетельствуют однородное литологическое строение, обедненность фауны хрящевых и костных рыб, наличие глубоководных форм беспозвоночных: *Graphularia wetherelli, Aporrhais sp., Cyprina sp.* На раковинах отмечены обрастания мшанок и следы сверления хищных гастропод, что косвенно может указывать на топкость дна и неуплотненный осадок.

Верхняя же подсвита, напротив, формировалась в условиях мелководья, в ней, помимо богатого комплекса зубов акул прибрежных районов (Squatina sp., Physogaleus sp., Abdonia sp.), отмечены крабы, остатки флоры и остатки рептилий (черепах). В верхней части свиты найден слепок панциря неправильного морского ежа, что свидетельствует о нормальной солености бассейна с мягким грунтом.

Таким образом, Кыштырлинский карьер является крайне интересным геологическим объектом Тюменской области, отложения которого позволяют восстановить некоторые палеоэкологические параметры условий обитания ископаемых организмов, дать более точную и новую информацию о палеогеографии Западно-Сибирского палеогенового бассейна. Стоит отметить, что данный карьер является пока единственным обнажением палеогена на территории юга Тюменской области и одновременно заполняет пробел по данным наблюдений между местонахождениями Свердловской и Курганской областей.

В гидрогеологическом отношении интерес к водонепроницаемым отложениям тавдинской свиты проявлен с целью оценки естественной защищенности пресных подземных вод атлым-новомихайловского водоносного комплекса от проникновения загрязнений. Глины тавдинской свиты представляют интерес с точки зрения подстилающего водоупора, который препятствует проникновению веществ снизу. Протяженность тавдинской свиты прослеживается по всему Западно-Сибирскому мегабассейну, соответственно гидрогеохимическая модель будет равна для всех районов, за исключением северной части, где отмечается присутствие мерзлоты и критерии оценки защищенности другие. Ранее исследования по определению сорбционной способности глин тавдинской свиты не проводились.

С целью определения сорбционной способности объекта исследований в пределах Западно-Сибирского мегабассейна, на территории Кыштырлинского карьера было отобрано девять образцов (таблица).

	_		
Peecmp	omboba	проб глинистых	отложении

Номер образца	Место отбора образца	Высота, м
1	В центре воображаемого конверта	Основание карьера (0 м)
2	Правый нижний угол конверта	2
3	Правый нижний угол конверта	3
4	Правый нижний угол конверта	1
5	Левый верхний угол конверта	4
6	Левый верхний угол конверта	5
7	Левый нижний угол конверта	0,5
8	Левый нижний угол конверта.	4
9	Правый верхний угол конверта	2

Отбор проб осуществлялся по методу конверта, в связи с этим привязка образцов приурочена к угловым и центральным точкам воображаемого конверта.

Сорбция — явление поглощения коллоидом (сорбентом) веществ из окружающей среды (главным образом из раствора). Различают адсорбцию, когда поглощение осуществляется только поверхностным слоем сорбента, и абсорбцию, когда вещество поглощается всем объемом сорбента (а не только его поверхностью). На практике эти два вида сорбции различить довольно трудно [15].

Согласно В. А. Мироненко, В. Г. Румынину [16], наличие хорошо выраженных ионообменных свойств характерно для породообразующих глинистых и слюдистых минералов, обменная весовая емкость E (мг-экв/100 г) у которых меняется в пределах 70–150 (100) — для монтмориллонита и вермикулита, 10–40 (20) — для гидрослюд, хлорита и иллита; 3–15 (8) — для каолинита и галлуазита. Для кварцита, кальцита и минералов группы алюмосиликатов значения E обычно не превышают 3–5 мг-экв/100 г, а для окисей и гидроокисей железа и алюминия они составляют 0,5–5 мг-экв/100 г.

Пробоподготовка. Отобранные образцы высушивались в естественных условиях, затем растирались в ступке, просеивались через сито размером 1 мм, взвешивались до 20 г (основной анализ по методике) и по 1, 2, 5 и 10 г для осуществления контроля. Лабораторные исследования проводились в г. Томске, в Национально-исследовательском Томском политехническом университете, на базе аккредитованной лаборатории НОЦ «Вода-2» (№ РОСС RU.0001.511901 от 09.09.2013), под руководством к. г.-м. н. Н. Г. Наливайко Лабораторный анализ выполнялся по методике Каппена — Гильковица, описанной в трех литературных источниках [17–19].

В результате лабораторных исследований диапазон изменения значений сорбционной способности водонепроницаемых отложений тавдинской свиты составил порядка 10,0–25,03 мг-экв/100 г. Данный диапазон значений характерен для каолинита и гидрослюды [16]. Независимо от величины навески (10 или 20 г) количество гидроксида натрия, ушедшего на титрование, практически не менялось. Дополнительный контроль осуществлялся для пробы № 9, навеской 1, 2 и 5 г. Количество гидроксида натрия, ушедшего на титрование, составило 39,9; 40,8 и 46,5 мг-экв/л соответственно. В ходе испытаний отмечено, что реактива на навеску 5 г ушло почти в два раза больше, чем на навеску 20 г. При величине навески 1 и 2 г легко можно было визуально определить переход окраски с прозрачной до розовой, при навеске 5 г отмечался осадок зеленовато-черного цвета, и наблюдать смену палитры необходимо было после ожидания осадка на дне, сбоку колбы, как и производилось ранее при навеске 20 г.

Пересчет результатов величины обменных оснований по этим методикам свидетельствует о превышении значений относительно других приблизительно на 3 мг-экв/л выше по методике А. А. Яскина.

Среднее значение для глинистых отложений по всем пробам составило 16,6 мг-экв/100 г. Данное низкое значение сорбционной способности характерно для глин группы гидрослюд. Однако по проведенным ранее исследованиям [20] определено, что в состав глинистых толщ Западно-Сибирского мегабассейна входят преимущественно минералы группы монтмориллонита. Что касается исследуемых нами образцов, то визуально при отборе проб отмечались в верхнетавдинских отложениях включения песков. Возможно, именно их присутствие снижает показатель суммы обменных оснований.

С целью определения породообразующих минералов были проведены минералогические исследования глин, с помощью и консультацией А. Г. Малых на базе Тюменского индустриального университета.

В шлифе образца \mathbb{N} 2 отмечается глина алевритовая, каолинит-гидрослюдистая микрослоистая. Слойки представлены породой разного грансостава.

1) Слойки алеврито-глинистые, светлые в параллельных николях, с включением черных мелких, размером 0,01–0,02 мм, лейкоксенизированных обломков и обугленного детрита. В составе слойков наблюдаются обломки кварца изометричного облика размером преимущественно 0,01–0,02 мм, реже до 0,03 мм, а единично и до 0,06 мм, составляющие около 10 %. Между обломками кварца размещаются микрочешуйки гидрослюды и каолинита. 2) Слойки глины светлокоричневатого (буроватого) оттенка в параллельных николях, состоящие из микрочешуек гидрослюдистого материала, в котором пятнистыми участками отмечаются микрочешуйки каолинита. Из акцессорных минералов встречается эпидот. В составе слойков обнаружены карбонаты — доломит и сидерит. В слойках с повышенным содержанием обломков кварца отмечается пористость, составляющая примерно 5 % с размером пор 0,01 мм.

Шлиф образца № 4 представлен глиной пятнистой текстуры из-за неравномерного распределения глинистого материала разного состава — каолинита, гидрослюды и недифференцированного темно-коричневого (в проходящем свете) материала, отмечаются мелкие (менее 0,01 мм) кристаллики карбоната ромбовидной формы — доломита. В составе глинистого материала наблюдаются каолинит и гидрослюда. Примесь алевритового материала представлена кварцевыми изометричными обломками размером 0,01–0,06 мм, составляющими 5 % от площади шлифа.

Глина гидрослюдисто-каолинитовая, однородной текстуры, карбонатизированная определена в шлифе образца № 9. Состоит из микрочешуек гидрослюды и каолинита с незначительной примесью кварца размером менее 0,01 мм. Около 10~% площади занимают мелкие, размером менее 0,01 мм, ромбовидные кристаллики доломита. Отмечается мелкая (менее 0,01 мм) рассеянная вкрапленность пирита, иногда собранная в гнездовидные скопления.

По данным рентгеноструктурного анализа (рис. 2) в породе отмечаются каолинит и гидрослюда, что подтверждает наличие данных минералов при микроскопическом изучении.

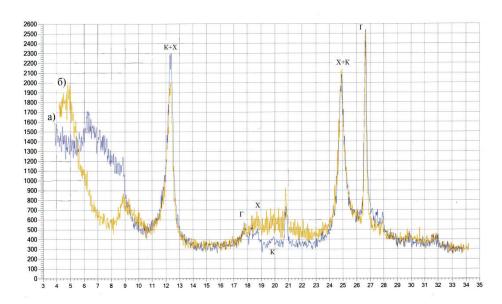


Рис. 2. **Рентгеноструктурный анализ объекта исследований:** а) искомый образец; б) насыщенный; K — каолинит; X — хлорит; Γ — гидрослюда

В рамках научного проекта № 16-35-50181 на базе НИИ ТПУ НОЦ «Вода-2» был выполнен химический анализ водных вытяжек объекта исследований. Воды сульфатные переменного катионного состава, с преобладанием натрия. Воды относятся к подклассу «пресные» (по В. И. Вернадскому), значение минерализации варьирует в диапазоне 0,4-0,8 г/дм3, по величине общей жесткости (по О. А. Алекину) изменяются от умеренно жестких до очень жестких $(3,2-13,5 \text{ мг-экв/дм}^3)$, нейтральные (по В. Е. Посохову) рН 6,4-7,4, сульфатнонатриевого типа во В. А. Сулину (rNa⁺/rCl⁻= 2,26-5,28), характеризующий континентальную обстановку формирования отложений. Тавдинский горизонт завершает морской режим в формировании осадочного чехла Западно-Сибирской плиты. В восточной части в связи с воздыманием Енисейского кряжа, Сибирской платформы и Алтае-Саянской области наметилась четкая тенденция к его обмелению и регрессии с формированием континентальных фаций юрковской и верхних частей островновской и алейской свит. По мнению А. Е. Бабушкина, тавдинский горизонт следует отнести к среднеплитному подкомплексу как заключительную фазу талассократического режима Западно-Сибирского бассейна [10].

Гидрогеохимическая характеристика водных вытяжек глин тавдинской свиты соответствует общим гидрогеохимическим закономерностям формирования вод в системе «вода — порода» Западно-Сибирского мегабассейна [21].

Проведенный анализ сорбционных свойств водонепроницаемых отложений тавдинской свиты указывает на преобладание глин групп гидрослюды, реже каолинита, что подтверждается микроскопическими исследованиями.

Таким образом, отложения тавдинской свиты позволили восстановить некоторые палеоэкологические параметры условий обитания ископаемых организмов, дана более точная и актуализированная информация о палеогеографии Западно-Сибирского палеогенового бассейна. В результате полевых исследований были отобраны образцы глинистых отложений тавдинской свиты, по химическому составу в основном сульфатные натриевые, сумма обменных оснований в среднем составляет 16,6 мг-экв/100 г. Микроскопическое изучение свидетельствует о преобладании в породах гидрослюды, что подтверждает рентгеноструктурный анализ. Поглощающая способность глин имеет большое практическое значение в оценке защищенности подземных вод атлым-новомихайловского водоносного комплекса. Данный параметр необходимо учитывать при расчете времени фильтрации загрязняющего вещества до основного источника водоснабжения. Определение сорбционной способности водонепроницаемых отложений — задача сложная, многофакторная и крайне актуальная в современных экологических условиях. Она требует качественных лабораторных исследований и новых теоретических разработок. Но только таким образом возможно объективно оценить защищенность подземных вод, дать более точную оценку прогнозу загрязнения вод хозяйственно-питьевого назначения.

Список литературы

- Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2014 / Правительство Тюменской области. Тюмень. 2015.
- 2. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:200000 1:100000 / Сост. В. Н. Островский, Л. А. Островский. М.: ВСЕГИНГЕО, 1998. 61 с.
- 3. Witkowski A. J., Vrba J., Kowalczyk A. Groundwater Vulnerability Assessment and Mapping // AH-Selected Papers. Vol. 11. London, 2007.
- 4. Трифонова Т. А., Васильев А. Н., Краснощеков А. Н. Оценка природной защищенности эксплуатируемых горизонтов подземных вод в пределах водосборного бассейна реки Клязьма // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012, Т. 14, № 1 (9). С. 2377–2380.
- 5. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / Отв. ред. В. И. Осипов. M_{\odot} 2001. C. 49–116.
- 6. Об оценке и прогнозировании состояния подземных вод в связи с хозяйственной деятельностью / С. С. Сергин [и др.] // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 8. Л., 1985. –. С. 240–245.
- Рогачевская Л. М. Региональная оценка уязвимости грунтовых вод восточной части Днепровского артезианского бассейна к радионуклидному загрязнению: Автореф. дис. канд. геогр. наук. – М., 2002.
- 8. Gerritse R. G. The kinetics of leaching of inorganic phosphate from a sandy soil. Inst. Eng. / Austral. Nat. Conf. (Perth 10–14 Apr., 1989), 89/4. P. 414–426.

- 9. Гольдберг В. М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М., Недра, 1984. С. 262.
- 10. Орлов В. П. Западная Сибирь // Геология и полезные ископаемые России. В 6 томах. Т. 2 / Гл. ред. В. П. Орлов; ред. 2-го тома: А. Э. Конторович, В. С. Сурков. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 477 с.
- 11. Васильева О. Н., Железко В. И., Папулов В. Н. Биостратиграфия морских палеогеновых отложений района г. Кургана по диноцистам и акулам // Новые данные по стратиграфии верхнего палеозоя нижнего кайнозоя Урала. 1994. С.139–151.
- 12. Васильева О. Н. Палинология и стратиграфия морских отложений палеогена Южного Зауралья. Свердловск. 1990. С. 54.
- 13. Железко В. И., Селахиазоны палеогена Урала и Западного Казахстана // Ежегодник 1988 г., Информационные материалы, Свердловск. С. 7–10.
- 14. Железко В. И, Козлов В. А., Эласмобранхии и биостратиграфия палеогена Зауралья и Средней Азии. Екатеринбург, 1999. С. 41–42.
 - 15. Абукова Л. А., Абрамова О. П. Словарь по нефтегазовой гидрогеологии. М.: ГЕОС, 2015. С. 263.
- 16. Мироненко В. А., Румынин В. Г. Проблемы гидрогеоэкологии. Моногр. в 3 томах. Т. 1. Теоретическое изучение и моделирование процессов. М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 1998. С. 244–249.
- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Московского ун-та, 1970. – С. 305–306.
 - 18. Практикум по агрохимии / Вильдфлуш И. Р. [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. 2010. С. 57–58.
- 19. Практикум по почвоведению с основами геоботаники : учеб. пособие для студ. вузов по землеустроительным специальностям / А. А. Яскин [и др.]. М.: Колос, 1999. С. 46–47.
- Матусевич В. М., Рыльков А. В., Ушатинский И. Н. Роль литогенеза, зон разломов и рифтовых систем в перераспределении вещества и энергии в ЗСМБ // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2004. № 2. С. 4–11.
- 21. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / Мин-во геол. СССР, ПГО «Новосибирск геология»; сост.: И. М. Земскова, Ю. К. Смоленцев и др. М.: Недра, 1991. С. 85–87.

Сведения об авторах

Беспалова Юлия Владимировна, ассистент кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)390346, e-mail: bespalova_y@mail.ru

Масленников Антон Анатольевич, инженер 1 категории ОАО «СургутНИПИнефть», г. Тюмень, тел. 89829299346, e-mail: antmaslen85@gmail.com

Малых Алевтина Григорьевна, ассистент кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)390346, e-mail: malyhag@mail.ru

Information about the authors

Bespalova Yu. V., Assistant at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)390346, e-mail: bespalova_y@mail.ru

Maslennikov A. A., Engineer of I category, JSC «SurgutNIPIneft», Tyumen, phone: 89829299346, e-mail: antmaslen85@gmail.com.

Malykh A. G., Assistant at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)390346, e-mail: malyhag@mail.ru

УДК 551.24 (02):551.7(571.12)

О ВОЗМОЖНОСТИ УТОЧНЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ НИЖНЕВАРТОВСКОГО СВОДА И АЛЕКСАНДРОВСКОГО МЕГАВАЛА НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ГРАНИЦ

ON THE POSSIBILITY OF CLARIFYING THE TECTONIC ZONING OF NIZHNEVARTOVSKY ARCH AND ALEKSANDROVSKY MEGASWELL BASED ON THE CORRELATION ANALYSIS OF STRATIGRAPHIC BOUNDARIES

Я. Р. Кехтер

Ya. R. Kekhter

Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В. И. Шпильмана, г. Тюмень

Ключевые слова: тектоническое районирование; Нижневартовский свод; стратиграфические разбивки; коэффициент корреляции структурных планов; коэффициент роста Key words: tectonic zoning; Nizhnevartovsky arch; Aleksandrovsky megaswell; stratigraphic breakdowns; correlation coefficient of structural plans; coefficient of growth

Тектоническое районирование широко используется для выявления закономерностей размещения полезных ископаемых, применяется при металлогенических исследованиях, в нефтяной и угольной геологии. Обычно при тектоническом рай-