

УДК 553.984;552.54

МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА ТРЕЩИННО-МЕТАСОМАТИЧЕСКОГО ГЕНЕЗИСА В ДОЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ

А.Е. Ковешников

Томский политехнический университет
ТФ Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Томск
E-mail: Kovesha@mail.ru

В доюрских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы месторождения нефти и газа могут формироваться или в нефтегазоносной зоне контакта палеозойских и мезозойских отложений по пермо-триасовым корам выветривания, или по гидротермально-метасоматическим трещинным зонам как в неизменных породах, так и при наложении данных зон на зону пермо-триасовых кор выветривания. Ключевой является система сопряженных трещин или трещинных зон, в которую в качестве отдельных участков улучшения коллекторских свойств включены породы-коллекторы зоны коры выветривания.

Ключевые слова:

Доюрские карбонатные породы, Западно-Сибирская геосинеклиза, доломитизация, выщелачивание.

Key words:

Prejurassic carbonate rocks, Western-Siberian geosineclise, dolomitization, lixiviation.

В юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы, изученной нами на примере Чузикско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции [1], ранее именуемой в литературе Нюрольским осадочным бассейном или Межовским срединным массивом [2], установлены вендские и палеозойские продуктивные отложения, в карбонатных кремнисто-карбонатных и кремнисто-глинистых породах формируется гидротермально-метасоматический трещинно-каверно-поровый и трещинно-поровый типы коллектора. Они накладываются на сформированную ранее кору выветривания или развиты в виде самостоятельных трещинных систем, что, с одной стороны, увеличивает перспективность обнаружения месторождений нефти и газа в доюрском комплексе, с другой, переориентирует поиск новых месторождений с тектонических выступов фундамента, с которыми связаны месторождения зоны пермо-триасовых кор выветривания, на зоны развития трещинных зон, с которыми связаны месторождения трещинно-метасоматического типа.

На изученной нами территории установлено широкое развитие карбонатных пород [3], лишенных терригенной примеси (силурийско-раннедевонская доломито-известняковая толща, толща известняков с биогермами и биостромами среднего девона, карбонатная толща верхнего девона), а также пород кремнисто-карбонатного и кремнисто-глинистого состава (верхнедевонская толща кремнеаргиллитовая с радиоляритами и толща известняков окварцованных раннего карбона), по которым установлено формирование пород-коллекторов. Доюрские отложения претерпели три этапа преобразований [3], а именно: первичный катагенез, проявившийся тем больше, чем более древние отложения мы рассматриваем; орогенез, или этап формирования пермо-триасовых кор выветривания, с формированием горизонта НГГЗК (нефтегазоносный горизонт зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений); вторично-ка-

тагенетический метасоматоз, проявление которого связано с системой трещинных зон. Как нами показано ранее [4, 5], со вторым и третьим этапами связано формирование пород-коллекторов и месторождений нефти и газа. Но если с пермо-триасовыми корами выветривания связано формирование емкостного пространства разобренных выступов палеозойского фундамента в доюрском рельефе, то вторично-катагенетическим преобразованиям соответствует система трещинных зон, по которым осуществлялась циркуляция растворов, вызвавших гидротермальное преобразование пород, и в то же время данная трещинная система является подводящей системой, по которой в доюрские породы осуществлялась миграция углеводородов [6].

Формирование пустотного пространства карбонатных пород

Для карбонатных пород изученной территории нами установлено [5], что в диагенезе и раннем первичном катагенезе известняки были в различной степени доломитизированы [7]. В орогенный этап развития при формировании пермо-триасовых кор выветривания и воздействии гипергенных процессов известняки интенсивно разрушались [3]. Ввиду особенностей состава данные отложения занимают в доюрском рельефе пониженные участки, что не способствовало преобразованию этих пород процессами гипергенеза на значительную глубину.

В этих отложениях пустотное пространство может быть образовано в зоне формирования пермо-триасовых кор выветривания (диагностируются по увеличению значений пористости и проницаемости при приближении к доюрской поверхности), или породы-коллекторы формируются в трещинно-метасоматических зонах (развиты вне видимой связи с доюрской поверхностью и устанавливаются по высоким значениям коллекторских свойств с примыкающими к ним породами-некол-

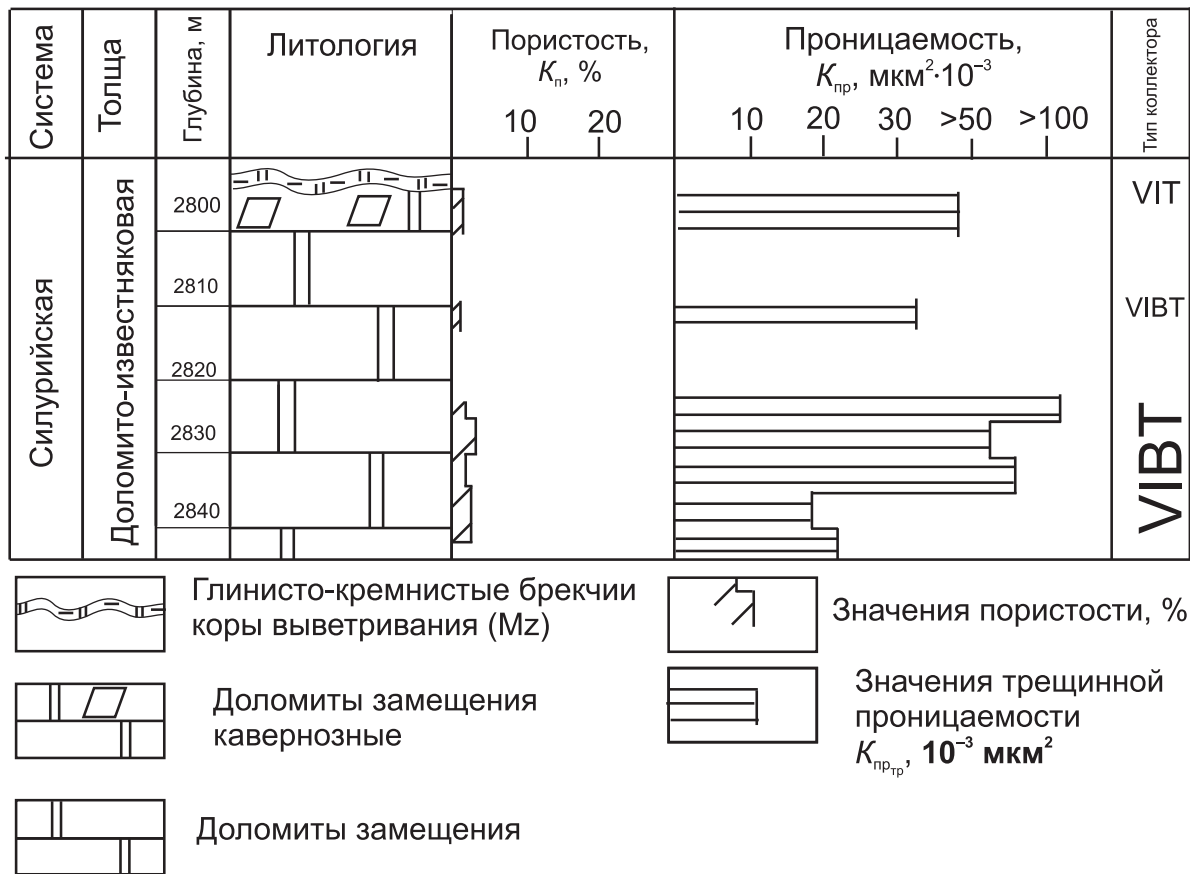


Рис. 1. Литологическая колонка и коллекторские свойства отложений карбонатной толщи (скважина Северо-Останинская 7). Здесь и далее тип коллектора указан по классификации К.И. Багринцевой с добавлениями [8]

лекторами). Как видно из рис. 1, 2, при достаточно низких значениях пористости в обеих скважинах установлено развитие зон повышенных значений проницаемости по всему разрезу скважин. Горизонт НГГЗК проявился только при наличии зоны кавернозности, развитой в непосредственной близости от доюрской поверхности. По скважине Северо-Останинской 7 (при неполном отборе керна) все опробованные интервалы характеризуются низкими значениями пористости и высокими значениями проницаемости. Весь разрез скважины может соответствовать зоне трещинно-метасоматической проработки.

По скважине Урманская 7 осуществлен достаточно полный отбор керна. Здесь также при невысоких значениях пористости отмечается наличие участков с повышенной проницаемостью. По этой скважине в нашем распоряжении имеются данные по трещинной проницаемости, показывающей повышенные значения по всему разрезу скважины, и данные по матричной проницаемости, установленные в верхней части разреза скважины, но при некотором удалении от доюрской поверхности. Таким образом, и здесь можно говорить о трещинной природе сформированных пород-коллекторов при слабо проявленной зоне НГГЗК.

Таким образом, на изученной территории установлено слабое влияние на коллекторские свой-

ства карбонатных пород процессов гипергенного выщелачивания, связанных с формированием горизонта НГГЗК. Породы-коллекторы формируются в результате гидротермальной проработки, которая связана со вторично-катагенетическим этапом преобразования палеозойских отложений.

Формирование пустотного пространства нормально-осадочных кремнисто-глинистых пород

Кремненакопление на изученной территории начинается в начале позднего девона с формированием в бассейновых условиях толщи кремнеаргиллитовой с радиоляритами, затем в раннем карбоне формируется рифогенно-аккумулятивная толща известняков, окварцованных со спонголитами (с широким развитием диагенетического окремнения).

Отложения толщи кремнеаргиллитовой с радиоляритами, знаменующей завершение накопления бассейновых отложений ввиду наличия в их составе кремнезема, занимают в доюрском рельефе повышенное положение, что предполагает их усиленную проработку процессами гипергенеза в период континентального стояния региона.

Породы-коллекторы в данных образованиях могут сформироваться как в зоне НГГЗК (будут характеризоваться повышенными значениями пористости), так и вдоль трещинных зон, вдоль которых осуществлялись процессы гидротермально-мета-

Система	Отдел	Толща	Глубина, м	Литология	Пористость, $K_p, \%$		Проницаемость, $K_{пр}, мкм^2 \cdot 10^{-3}$					Коллектор трещинный	Коллектор матричный
					10	20	10	20	30	>50	>100		
Девонская	Верхний	Карбонатная	3100									VIB(M,T)	VIB(M,T)
			3110									VIB(T)	
			3120										
			3130										
			3140										

Рис. 2. Литологическая колонка и коллекторские свойства отложений карбонатной толщи (скважина Урманская 7). Условные обозначения см. на рис. 1.

Система	Отдел	Толща	Глубина, м	Литология	Пористость, $K_p, \%$		Проницаемость, $K_{пр}, мкм^2 \cdot 10^{-3}$					Коллектор трещинный	Коллектор матричный
					10	20	10	20	30	>50	>100		
Девонская	Верхний	Кремнеаргиллитовая с радиоляритами	2920										
			2930										
			2940										
			2950										
			2960										
			2970										
			2980										
			2990										
			3000										
			3010										
			3020										
			3030										
			3040										

Глинисто-кремнистые брекчии коры выветривания (Mz)

Прослои и линзы известняков

Переслаивание кремнеаргиллитов и радиоляритов

Значения пористости, %

Значения трещинной проницаемости $K_{пртр}, 10^{-3} мкм^2$

Значения матричной проницаемости $K_{прм}, 10^{-3} мкм^2$

Рис. 3. Литология и коллекторские свойства отложений толщи кремнеаргиллитовой с радиоляритами (скважина Северо-Калиновская 21)

соматической проработки (не будут иметь привязки к доюрской поверхности, будут окружены породами-неколлекторами).

На примере разреза скважины Северо-Калиновой 21 (рис. 3) видно, что горизонт НГГЗК здесь представлен зоной повышения значений пористости (до 70 м), которые сопровождаются повышенными значениями проницаемости только в отдельных зонах, значительно удаленных от доюрской поверхности. Логично предположить трещинную природу сформированных пород-коллекторов. При этом трещинно-метасоматические зоны наложены на зону повышения значений пористости, отражающую гипергенное выщелачивание зоны НГГЗК. Для данных отложений можно сделать вывод о трещинно-метасоматической природе сфор-

мированного коллектора с включением отдельных участков НГГЗК в формируемое пустотное пространство в виде участков повышенной пористости. При этом по значениям проницаемости в нашем распоряжении имеются данные, характеризующие как матричную, так и трещинную проницаемость. И те и другие значения позволяют говорить о наличии пород-коллекторов, и те и другие равно удалены от доюрской поверхности.

Таким образом, для нормально осадочных кремнисто-глинистых отложений бассейнового комплекса установлено значительное влияние на формирование пустотного пространства пород процессов гипергенного выщелачивания, связанного с формированием горизонта НГГЗК, в то же время установлено и значительное проявление

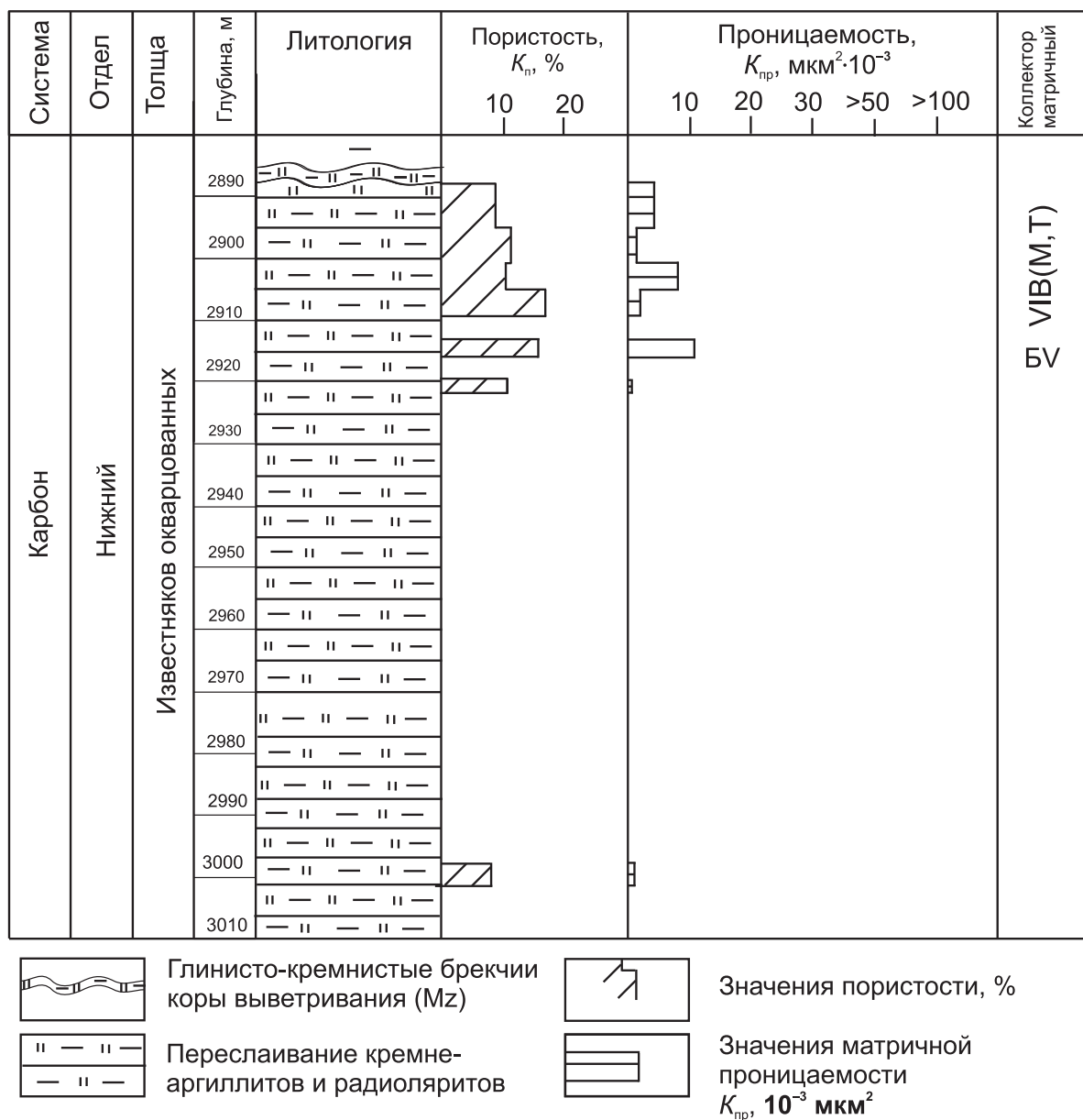


Рис. 4. Литология и коллекторские свойства толщи известняков окварцованных (скважина Герасимовская 14)

процессов гидротермальной трещинной проработки пород.

Формирование пустотного пространства диагенетически окремненных известняков

Диагенетически окремненные известняки раннекарбонатового возраста характеризуются тем, что при их формировании в результате проявления процесса окварцевания значительная часть первоначального карбонатного состава породы в диаге-

незе была замещена кварцем. Данными образованиями сложена толща известняков окварцованных раннекарбонатового возраста.

При формировании горизонта НГТЗК в данных отложениях весь оставшийся в породе биогенный кальцит и весь имеющийся в породе при формировании осадка биогенных кварц были вынесены процессами гипергенного выщелачивания и сформировался очень плотный субстрат, содержащий поры и каверны на месте участков существовав-

Система	Отдел	Толща	Глубина, м	Литология	Пористость, $K_p, \%$		Проницаемость, $K_{пр}, \text{мкм}^2 \cdot 10^{-3}$					Коллектор трещинный	Коллектор матричный	
					10	20	10	20	30	>50	>100			
Карбонатная	Нижний	Турфогенно-глинистая с прослоями известняков	2760											
			2770											
			2780											
		2790	Известняков окварцованных											
		2800												
		2810												
		2820												
		2830												
		2840												
		2850												
		2860												
		2870												

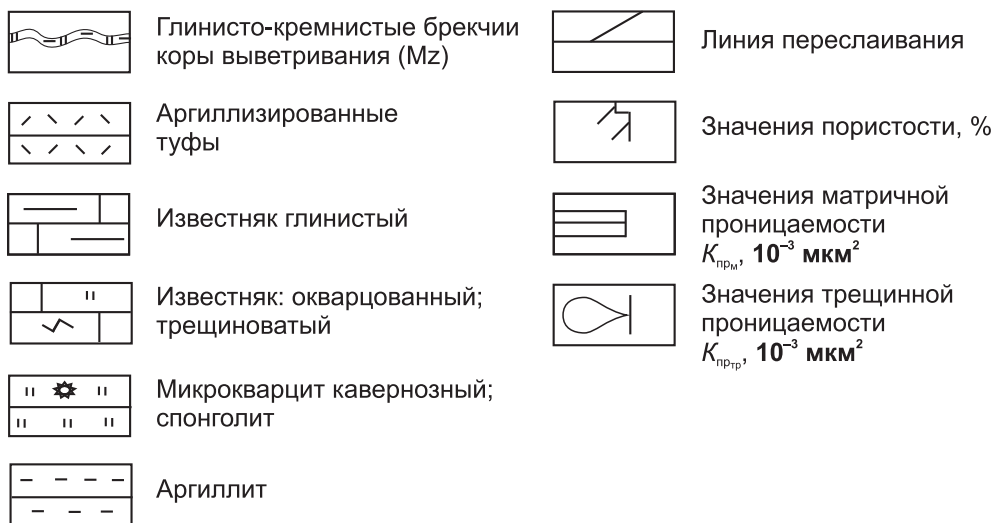


Рис. 5. Литология и коллекторские свойства толщи известняков окварцованных (скважина Герасимовская 5)

ших ранее биогенных кальцита и кварца. Отложения толщи в доюрском рельефе занимают повышенное положение, что позволяет предположить большую глубину их проработки процессами гипергенеза в период континентального стояния региона при формировании зоны НГГЗК.

Чтобы установить время формирования в данных отложениях пород-коллекторов, рассмотрим разрезы скважин Герасимовских 14 и 5. По скважине Герасимовская 14 (рис. 4) видно, что повышенные значения пористости и проницаемости показывают явную их приуроченность к доюрской поверхности, что, вероятно, является отражением процессов гипергенного выщелачивания, проявившихся по окремненным породам толщи.

Более сложную картину мы наблюдаем по разрезу скважины Герасимовская 5. Здесь отложения толщи известняков окварцованных отделены от доюрской поверхности образованиями толщи туфогенно-глинистой с прослоями известняков. По образованиям данной толщи породы-коллекторы не формируются даже в зоне проявления гипергенных процессов ввиду их преимущественно глинистого состава. В толще же известняков окварцованных повышенные значения пористости и проницаемости формируются в участке развития микрокварцитов кавернозных (рис. 5). Здесь установлена пачка известняков окварцованных, часть которых преобразована в микрокварциты кавернозные. Подобное преобразование пород, вероятно, связано с процессами гидротермального выщелачивания, сопровождаемого выносом из породы остаточного кальцита с образованием в породе каверн.

Здесь при отсутствии видимого проявления горизонта НГГЗК отчетливо устанавливается трещинная зона, по которой проявились процессы выщелачивания с формированием пород-коллекторов.

Таким образом, для кремнисто-карбонатных пород установлено значительное влияние на формирование пустотного пространства пород процес-

сов гипергенного выщелачивания. Установлено развитие трещинных гидротермально-метасоматических зон, значительно улучшающих коллекторские свойства пород при удалении от доюрской поверхности.

Выводы

1. Формирование пород-коллекторов в палеозойских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы происходило в два этапа: первому соответствует формирование кор выветривания пермо-триасового возраста, проявившихся по повышенным участкам доюрского рельефа, второму – вторично-катагенетические процессы гидротермальной природы.
2. Повышенные участки доюрского рельефа соответствуют развитию толщ кремнеаргиллитовой с радиоляритами и известняков окварцованных, пониженные – зонам развития известняков.
3. В известняках породы-коллекторы формируются в результате проявления гидротермальных процессов трещинной природы при незначительном участии гипергенных процессов, ведущих к образованию кор выветривания. В кремнисто-глинистых породах и во вторичных микрокварцитах по известнякам породы-коллекторы сформированы как в зоне коры выветривания, так и по трещинным зонам, которые объединяют пустотное пространство пород в единую систему.
4. С горизонтом НГГЗК связано формирование пород-коллекторов в кремнисто-глинистых и кремнисто-карбонатных отложениях, для карбонатных пород такая связь незначительна.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта СО РАН и УрО РАН № 50 «Геологическое строение, тектоника, история формирования и перспективы нефтегазоносности палеозоя Западно-Сибирской геосинклинали и ее складчатого обрамления».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузикско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции) // Геология и геофизика. – 2007. – Т. 48. – № 5. – С. 538–547.
2. Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е. и др. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского срединного массива) // в кн.: Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа / под ред. И.С. Грамберга и др. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152–171.
3. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Коры выветривания доюрских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 77–81.
4. Ковешников А.Е. Породы-коллекторы доюрских карбонатно-кремнисто-глинистых отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 132–137.
5. Ковешников А.Е. Формирование пород-коллекторов в доюрских карбонатных отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 138–142.
6. Ковешников А.Е. Источник поступления нефти и газа в палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 1. – С. 111–116.
7. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Вторично-катагенетические преобразования доюрских пород Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 82–86.
8. Ковешников А.Е. Ловушки нефти и газа в доюрских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 152–155.

Поступила 26.10.2012 г.