

УДК 622.276

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ ГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ НА ЮЖНО-РУССКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Демков А.В., Пономарева Д.В., Павлова А.А., Нестерец А.А.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия (625000, Тюмень, ул. Володарского, 38), e-mail: aledemkov@yandex.ru

Наблюдается снижение газонасыщенности в вышележащих пластах над газоводяным контактом, что свидетельствует о возможном их обводнении в ближайшее время. Максимальный уровень подъема газоводяного контакта зафиксирован в добывающей скважине № 91. Скважина № 2Н и поглощающие скважины № 1-П, 2-П, по которым наблюдается подъем контакта, находятся в зоне отбора газа, а также в зоне залегания высокопроницаемых пород-коллекторов. Минимальный уровень подъема ГВК зафиксирован в скважине № 39р (0,8 м), переведенной в наблюдательный фонд. По фактическим данным геофизических исследований построена карта подъема газоводяного контакта. Анализ данных подъема контакта по сеноманской залежи Южно-Русского месторождения показал, что неоднородность строения продуктивной толщи предопределила неравномерное внедрение пластовой воды. Одним из основных факторов, сказывающихся на положении начального и текущего контактов, является литологическая характеристика пород, залегающих в зоне газоводяного контакта. Следующим фактором, оказывающим влияние на темп внедрения пластовой воды, являются отборы газа.

Ключевые слова: газ, месторождение, газонасыщенность, дебит, давление

ANALYSIS OF CHANGES IN CURRENT GAS SATURATION AT THE YUZHNO-RUSSKOYE FIELD

Demkov A.V., Ponomareva D.V., Pavlova A.A., Nesterets A.A.

Federal Budget Educational Institution of Higher Education "Industrial University of Tyumen", Tyumen, Russia (625000 Russia, Tyumen, street Volodarskogo, 38), e-mail: aledemkov@yandex.ru

There is a decrease in gas saturation in overlying strata over gas-water contact, which indicates a possible watering in the near future. The maximum level of lifting of the gas-water contact is fixed in production well No. 91. Well No. 2N and absorbing wells No. 1-P, 2-P, on which the contact is observed, are located in the gas extraction zone, as well as in the zone of occurrence of high-permeability reservoir rocks. The minimum level of GVK rise was fixed in well No. 39p (0.8 m), transferred to the monitoring fund. According to the actual data of geophysical studies, a map of the rise of the gas-water contact is constructed. An analysis of the data on the lifting of the contact along the Cenomanian deposit of the Yuzhno-Russkoye field showed that the heterogeneity of the structure of the productive strata predetermined the uneven use of formation water. One of the main factors affecting the position of the initial and current contacts is the lithological characteristics of the rocks lying in the gas-water contact zone. The next factor that influences the rate of introduction of formation water is gas sampling.

Keywords: gas, deposit, gas saturation, flow rate, pressure

Не смотря на то, что в эксплуатацию Южно-Русское месторождение было введено в 2007 г., значительных изменений в геологическую модель в части первоначального положения ГВК в настоящее время не выявлено [1-5]. Первоначальный ГВК по ГИС прослеживается на абсолютных отметках 907,7- 914,4 м (в среднем на а.о. 912,0 м).

На данном месторождении проведенный комплекс ГИС позволяет определить характер насыщения продуктивного сеноманского разреза. Отмечено, что коллекторы с коэффициентом газонасыщенности равным 0,5 и выше являются газоотдающими; пласты с насыщенностью от 0,5 до 0,4 при эксплуатации отдают как газ, так и воду. При газонасыщенности менее 0,4 в скважину поступает, в основном, пластовая вода. В связи с этим, за обводненный пласт принимался пласт с коэффициентом текущей газонасыщенности равным 0,4.

При контроле за внедрением подошвенных вод в продуктивную часть залежи Южно-Русского месторождения ПГИ выполняются в действующих, поисково-оценочных, наблюдательных и поглощающих скважинах № 1-н, 1-П, 2-Н, 2-П, 3-н, 4-н, 5-н, 6-н, 7-н, 8-н, 9-н, 10-н, 39р, 40, 170, 210, 360, 390, 53, 74, 84, 91, 94, 104, 114, 132, 141, 143, 144, 151, 163, 193, 202, 241, 254, 261, 341, 342, 361, 381, ПО-40. Изучение положения текущего газоводяного контакта и изменения газонасыщенности пластов обычно ведется на основании данных интерпретации повторных замеров нейтронного гамма-каротажа (НГК).

В настоящее время анализ и обработка результатов ГИС-контроля по промыслово-геофизическим исследованиям в скважинах с целью оценки текущей газонасыщенности коллекторов сеноманских отложений и продвижения ГВК показали следующее:

- подъем ГВК наблюдается в четырех скважинах № 1-н, 1-П, 3-н и 91;
- подъем ГВК со снижением газонасыщенности в пластах над ГВК наблюдается в шести скважинах № 2-Н, 2-П, 6-н, 39р, 40 и 114;
- отмечается снижение газонасыщенности и, следовательно, в ближайшее время возможен подъем уровня ГВК в восьми скважинах № 5-н, 7-н, 9-н, 10-н, ПО-40, 170, 210 и 390;
- отмечается непрохождение прибора в трех скважинах № 4-н, 8-н, 360.

В скважине № 1-н, расположенной в зоне отбора куста № 3, на дату вскрытия бурением 12.02.2010 начальный ГВК находился в интервале глин 986,8-988,7 м (а.о. 910,8-912,6 м). Выше, в интервале 983,0-986,8 м (а.о. 907,0-910,8 м), отмечается снижение газонасыщенности, что свидетельствует о дальнейшем внедрении подошвенных вод. На дату исследований 04.12.2010 ГВК зафиксирован на глубине 981,4 м (а.о. 905,4 м). Подъем ГВК составляет 5,4 м.

В скважине № 2-Н, расположенной в зоне отбора куста № 13, на дату вскрытия бурением 02.04.2007 начальный ГВК находился на глубине 960,8 м (а.о. 909,7 м). На дату исследования 04.12.2010 положение ГВК отмечалось на глубине 955,8 м (а.о. 904,7 м). Подъем ГВК составлял 5,0 м. Наблюдалось снижение газонасыщенности в интервале 954,0-955,8 м (а.о. 902,9-904,7 м). На 21.04.2011 текущее положение ГВК находится на глубине 955,0 м (а.о. 903,9 м), а выше наблюдается снижение газонасыщенности в интервале 952,9-955,0 м (а.о. 901,8-903,9 м). Подъем ГВК составляет 5,8 м.

В скважине № 1-П, расположенной в зоне отбора куста № 13, на дату вскрытия бурением 25.05.2007 начальный ГВК находился на глубине 961,7 м (а.о. 910,0 м). По результатам исследования в 2008 г. глубина положения ГВК подтвердилось. Положение ГВК на дату исследований 04.10.2010 зафиксировано на глубине 957,0 м (а.о. 905,2 м). Подъем ГВК составляет 4,7 м.

В скважине № 2-П, расположенной в зоне отбора куста № 13, на дату вскрытия бурением 27.04.2007 начальный ГВК находился на глубине 961,2 м (а.о. 909,9 м). По результатам исследования в 2008 г. глубина положения ГВК подтвердилось. Положение ГВК на дату исследований 28.10.2010 находится на глубине 957,0 м (а.о. 905,7 м), выше наблюдается снижение газонасыщенности в интервале 955,2-957,0 м (а.о. 903,9-905,7 м). Подъем ГВК составляет 4,2 м.

В скважине № 3-н, расположенной в зоне отбора куста № 10, на дату вскрытия бурением 30.04.2010 отмечается текущее положение ГВК на глубине 965,2 м (а.о. 909,0 м), причем в интервале 964,0-965,2 м наблюдается снижение газонасыщенности. Так как месторождение эксплуатируется с 2007 г., а скважина пробурена в 2010 г. уже со вскрытием текущего подъема ГВК, то начальный ГВК взят по подсчету запасов 2010 г. на глубине 967,6 м (а.о. 911,4 м). Таким образом, на дату бурения скважины подъем ГВК составлял 2,6 м. По замерам ННК от 05.10.2010 подъем ГВК зафиксирован на глубине 964,0 м (а.о. 907,8 м), соответственно высота подъема ГВК равна 3,6 м. Положение ГВК на 10.04.2011 не изменилось. Для уточнения текущего ГВК в скважине проводился замер ИННК. По замеренным и расчетным кривым ИННК граница текущего ГВК контролируется также на глубине 964,0 м (а.о. 907,8 м).

В скважине № 4-н, расположенной в зоне отбора куста № 16, на дату вскрытия бурением 14.06.2009 начальный ГВК находился в интервале глин на глубине 977,9-978,5 м (а.о. 911,0-911,6 м). Наблюдается снижение газонасыщенности (до 46,2 %) в интервале 976,6-977,9 м (а.о. 909,7-911,0 м) при УЭС пласта 6,9 Ом·м. Определить текущее положение ГВК на 11.04.2011 не представляется возможным, т.к. ГВК находится ниже глубины остановки прибора (962,7 м).

В скважине № 5-н, расположенной в центральной части месторождения, начальный ГВК на дату вскрытия бурением 16.05.2009 отмечался на глубине 967,0 м (а.о. 912,0 м). На дату исследований 14.12.2010 и 17.04.2011 положение газо-водяного контакта не изменилось, но в результате последнего исследования в интервале 966,0-967,0 м (а.о. 911,0-912,0 м) выявлено снижение газонасыщенности (до 50,6 %).

В скважине № 6-н, расположенной в южно-центральной зоне месторождения, начальный ГВК на дату вскрытия бурением 25.05.2010 отмечался на глубине 976,1 м (а.о. 909,8 м). На дату исследований 18.12.2010 текущее положение ГВК находится в интервале заглинизированного коллектора 974,8-976,1 м (а.о. 908,5-909,8 м). В интервале 972,2-974,8 м (а.о. 905,9-908,5 м) наблюдается снижение газонасыщенности. Подъем ГВК на конец 2010 г. составляет 1,3 м.

В скважине № 7-н, расположенной в зоне отбора куста № 29, на дату вскрытия бурением 09.04.2010 начальный ГВК находился в интервале глин на глубине 972,0-974,0 м (а.о. 911,6-913,6 м), в вышележащем интервале 970,4-972,0 м (а.о. 910,0-911,6 м) наблюдается снижение газонасыщенности. На дату проведения геофизических исследований (04.12.2010 и 16.04.2011) уровень ГВК не изменился.

В скважине № 8-н, расположенной в зоне отбора куста № 27 и пробуренной 26.05.2009, начальный ГВК отмечался на глубине 974,9 м (а.о. 907,7 м). Выше, в интервале 974,0-974,9 м (а.о. 906,8-907,7 м), отмечалось снижение газонасыщенности (до 68,1 %) при УЭС пласта 7,5 Ом*м. На 26.12.2010 и 16.04.2011 текущее положение ГВК в интервале исследования не прослеживается, т.к. из-за непрохождения прибора запись ННКТ ниже глубины 973,2 м и 973, м соответственно отсутствует.

В скважине № 9-н, расположенной в зоне отбора куста № 36, на дату вскрытия бурением 01.02.2010 начальный ГВК отмечался на глубине 979,9 м (а.о. 909,9 м). В интервале глубин 978,2-979,9 м (а.о. 908,2-909,9 м) отмечается снижение газонасыщенности. На 13.12.2010 текущее положение ГВК в интервале заглинизированных пород 976,4-978,2 м (а.о. 906,4-908,2 м) и соответственно НГВК = 1,7-3,5 м. На дату проведения геофизических исследований (16.04.2011) уровень ГВК не изменился. Для уточнения текущего ГВК в скважине проводился замер ИННК. По замеренным и расчетным кривым ИННК граница текущего ГВК контролируется также на глубине 976,4 м (а.о. 906,4 м). Наблюдается небольшое снижение газонасыщенности.

Скважина № 10-н расположена на юге месторождения, на дату вскрытия бурением 18.04.2009 начальный ГВК зафиксирован на глубине 978,2 м (а.о. 909,2 м). Текущий ГВК на 12.12.2010 и 16.04.2011 не изменилось, но с декабря 2010 г. отмечается снижение газонасыщенности в интервале 976,5-978,2 м (а.о. 907,5-909,2 м).

Скважина № 39р расположена в северо-центральной зоне месторождения в зоне отбора куста № 5. Скважина переведена из разведочных в наблюдательный фонд в феврале 2010 г. Ранее, на дату вскрытия бурением 01.08.2006 начальный ГВК находился в интервале заглинизированных пород 975,8-977,2 м (а.о. 912,7-914,1 м). Текущее положение ГВК (от 16.12.2010) отмечается на глубине 975,0 м (а.о. 911,9 м). Выше в интервале переслаивания проницаемых и непроницаемых пропластков 973,0-975,0 м (а.о. 909,9-911,9 м) наблюдается снижение газонасыщенности. Подъем ГВК составляет 0,8 м.

В скважине № 40, расположенной в зоне отбора куста № 4, на дату вскрытия бурением (10.02.2008) ГВК отмечался на глубине 986,4 м (а.о. 913,0 м), а выше в интервале 984,7-986,4 м (а.о. 911,3-913,0 м) наблюдается снижение газонасыщенности. По замерам ННК от 04.12.2009 подъем ГВК зафиксирован в интервале заглинизированных пород 983,5-984,7 м (а.о. 910,1-911,3 м). Выше в интервале 978,0-983,5 м (а.о. 904,6-910,1 м) наблюдается снижение газонасыщенности. Подъем ГВК составил 1,7-2,9 м. По результатам интерпретации ПГИ от 15.12.2010 ни каких изменений не выявлено.

В скважине № ПО-40, расположенной в зоне отбора куста № 36, на дату вскрытия бурением (11.07.2007) ГВК отмечался на глубине 971,2 м (а.о. 912,2 м). По данным промыслово-геофизических исследований от 13.04.2011 положение ГВК не изменилось, однако в интервале 965,6-971,2 м (а.о. 906,6-912,2 м) наблюдается снижение газонасыщенности.

В вертикальной эксплуатационной скважине № 91, расположенной на западе месторождения, положение ГВК на дату вскрытия бурением 13.09.2006 отмечалось на глубине 967,4 м (а.о. 909,7 м). По данным ННК на дату исследования 08.12.2009 текущее положение ГВК определялось в интервале глин 966,0-966,6 м (а.о. 908,3-908,9 м), соответственно подъем ГВК равен 0,8-1,4 м. В интервале заглинизированного коллектора 965,0-966,0 м (а.о. 907,3-908,3 м) наблюдалось снижение газонасыщенности. На 08.09.2010 по данным нормализации временных замеров ННК текущее положение ГВК отмечается на глубине 960,6 м (а.о. 902,9 м), соответственно $H_{ГВК} = 6,8$ м.

В декабре 2010 г. в скважине были выполнены исследования по определению положения текущего ГВК. По результатам интерпретации текущий уровень ГВК отмечается в интервале глин 955,8-958,0 м (а.о. 898,0-900,3 м), соответственно $H_{ГВК} = 9,4-11,6$ м.

По результатам ПГИ от 08.04.2011 текущее положение ГВК отмечается по прежнему в интервале глин 955,8-958,0 м (толщина 2,2 м). ГВК не изменил своего положения. По результатам интерпретации ИННК наблюдается незначительное уменьшение коэффициента газонасыщенности K_g по разрезу скважины. Интервал ниже глубины 958,0 м полностью обводнен.

Эксплуатационная наклонно-направленная скважина № 114, расположена на западе месторождения, положение ГВК на дату вскрытия бурением 25.05.2000 отмечалось на глубине 1034,0 м (а.о. 912,7 м). Скважина работает с момента запуска месторождения в промышленную эксплуатацию. Текущее положение ГВК (от 16.12.2010) отмечается на глубине 1030,8 м (а.о. 909,7 м). В интервале глубин 1028,6-1030,8 м (а.о. 907,7-909,7 м) наблюдается снижение газонасыщенности, соответственно НГВК = 3,2 м.

По результатам ГИС от 08.04.2011 текущее положение ГВК определяется на глубине 1030,4 м (а.о. 908,5 м), подъем уровня ГВК составляет 3,6 м. В интервале 1029,4-1030,4 м (а.о. 907,6-908,5 м) наблюдается снижение газонасыщенности.

В скважине № 170, расположенной в центральной зоне отбора куста № 17, на дату вскрытия бурением 02.09.2007 начальный ГВК отмечался на глубине 974,8 м (а.о. 912,5 м). Отмечается снижение газонасыщенности (до 69,5 %-57,4 %) в интервале 971,2-974,8 м (а.о. 908,9-912,5 м, $h = 3,6$ м). Больше исследований по данной скважине не проводилось. Рекомендуется провести исследования в 2011-2012 гг. или заместить результатами исследований скважины № ПО-41.

В скважине № 210, расположенной в центральной зоне отбора куста № 21, ГВК на дату вскрытия бурением 07.01.2008 отмечался на глубине 967,4 м (а.о. 910,5 м). По данным промыслово-геофизических исследований от 03.04.2011 положение ГВК не изменилось. В интервале 965,0-967,4 м (а.о. 908,1-910,5 м) наблюдается снижение газонасыщенности.

В наблюдательной скважине № 360, расположенной на юге месторождения в зоне отбора куста № 36. На дату вскрытия бурением 22.01.2009 начальный ГВК находился на глубине 969,6 м (а.о. 911,1 м). В интервале 966,2–969,6 м (а.о. 907,7–911,1 м) отмечается снижение газонасыщенности при УЭС пласта 5,3 Ом*м. На дату проведения геофизических исследований (12.12.2010) отмечается непрохождение прибора.

В скважине № 390, расположенной в северной части месторождения в зоне отбора куста № 39, на дату 29.11.2008 ГВК отмечался в интервале заглинизированных пород 974,2-975,4 м (а.о. 912,1-913,3 м). В интервале мощностью 0,6 м, а именно 973,6-974,2 м (а.о. 911,5-912,1 м) отмечается снижение газонасыщенности при УЭС пласта 5,5 Ом*м.

По данным нормализации временных замеров ННК-Т (2008, 2010 и 2011 гг.) изменения насыщения пластов не отмечается. Текущее положение ГВК контролируется в том же интервале 974,2-975,4 м (а.о. 912,1-913,3 м).

Таким образом, из выше изложенного видно, что впервые подъем ГВК зафиксирован в декабре 2009 г. двумя скважинами: эксплуатационной № 91 и наблюдательной № 40, в интервале глини 0,8-1,4 м и 1,7-2,9 м соответственно (рисунок 1).

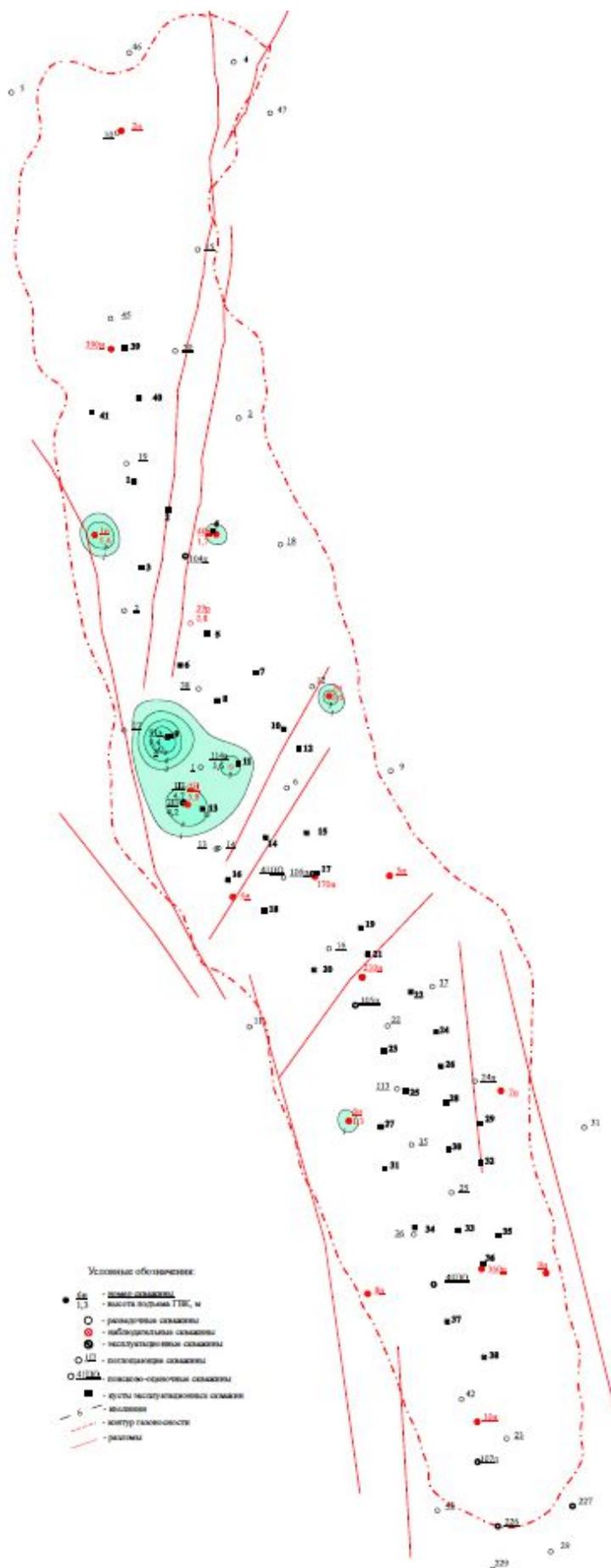


Рисунок 1 – Карта подъема ГВК

В 2010 г. подъем ГВК отмечается в девяти скважинах № 1-н, 2-Н, 1-П, 2-П, 3-н, 6-н, 39р, 91 и 114.

В 2011 г. подъем ГВК наблюдается в двух скважинах: № 2-Н и 114.

Также наблюдается снижение газонасыщенности в вышележащих пластах над ГВК, что свидетельствует о возможном их обводнении в ближайшее время.

Максимальный уровень подъема ГВК зафиксирован в добывающей скважине № 91 (9,4-11,6 м). Скважина № 2Н и поглощающие скважины № 1-П, 2-П, по которым наблюдается подъем ГВК, находятся в зоне отбора газа, а также в зоне залегания высокопроницаемых пород-коллекторов. Минимальный уровень подъема ГВК зафиксирован в скважине № 39р (0,8 м), переведенной в наблюдательный фонд.

По фактическим данным геофизических исследований построена карта подъема ГВК. Анализ данных подъема ГВК по сеноманской залежи Южно-Русского месторождения показал, что неоднородность строения продуктивной толщи предопределила неравномерное внедрение пластовой воды. Одним из основных факторов, сказывающихся на положении начального и текущего контактов, является литологическая характеристика пород, залегающих в зоне ГВК. Следующим фактором, оказывающим влияние на темп внедрения пластовой воды, являются отборы газа.

Литература.

1. Вяхирев Р.И., Коротаев Ю.П. Теория и опыт разработки месторождений природных газов. – М.: Недра, 1999. – 412 с.

2. Добкин С.В., Девентер В., Намазова Г., Юшков И.Ю., Нестеренко А.Н. Моделирование продуктивности газоконденсатных скважин // Наука и техника в газовой промышленности. — 2016. — № 4. — С. 17-31.

3. Зотов Г.А., Алиев З.С. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. – М.: Недра, 1980. – 320 с.

4. Каширина К.О., Забоева М.И. Приближенные решения о притоке реального газа к вертикальной трещине ГРП и горизонтальному стволу по нелинейному закону фильтрации // Новые технологии для ТЭК Западной Сибири. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры. — 2008. — С. 311-312.

5. Романенков А.В., Синцов И.А., Полякова Н.С. Метод обоснования коэффициентов фильтрационного сопротивления газовых и газоконденсатных скважин с учетом достоверности полученных данных // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 6. — С. 185-189.