

DOI 10.25689/NP.2018.2.25-34

УДК 553.98.048

**РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ПО
ЭТАЛОННЫМ РЕГРЕССИОННЫМ ЗАВИСИМОСТЯМ НА
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПАО «ТАТНЕФТЬ»**

¹Хисамов Р.С., ²Рамаданов А.В., ²Сляднева Д.А., ²Улидеров Р.А.,
²Сафаров А.Ф.

¹ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, ²Институт «ТатНИПИнефть»

**OVERVIEW OF RESERVES ESTIMATION METHOD BASED ON
STANDARD REGRESSIVE DEPENDENCIES AS APPLIED FOR
TATNEFT'S FIELDS**

¹Khisamov R.S., ²Ramadanov A.V., ²Slyadvena D.A., ²Uliderov R.A.,
²Safarov A.F.

¹PJSC TATNEFT, ²TatNIPIneft Institute

E-mail: RamadanovAV@tatnipi.ru

Аннотация. Для подсчета запасов, оперативного пересчета или оценки запасов необходимо выполнить трудоемкий комплекс детальных исследований для обоснования подсчетных параметров. В связи с этим встает вопрос оценки запасов и ресурсов с наименьшими затратами и достаточной для практики точностью. Метод экспресс-оценки начальных геологических запасов нефти, возможно, применять на различных этапах геологоразведочных работ. Возможности интерпретации сейсмических данных и регрессионные эталонные зависимости, построенные на высокой корреляционной связи подсчетных параметров, позволяют оценить ресурсы и запасы месторождений, не закладывая новых скважин, и провести ранжирование участков по очередности бурения. В данном экспериментальном исследовании авторами будет применен метод

экспресс-оценки запасов и ресурсов терригенных отложений тульского горизонта 10 месторождений ПАО «Татнефть». Данный метод разработан на месторождениях Западно-Сибири, и на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции будет применен впервые.

Ключевые слова: подсчет запасов, экспресс-оценка запасов, коэффициент корреляции, удельные запасы, эффективные нефтенасыщенные толщины, регрессионная зависимость.

Abstract. Estimation of reserves, current re-estimation of oil in place, and reserves assessment require considerable detailed research efforts for substantiation of volumetric parameters. In this context, minimization of time and labor intensity of reserves estimation while ensuring the accuracy sufficient for field applications becomes critical. Rapid assessment of original oil in place is applicable at various stages of exploration activities. Seismic interpretation capabilities and standard regressive dependencies, constructed based on strong correlation of volumetric parameters, enable estimation of in-place reserves and resources without the need for spudding new wells, and ranking of drilling sites in order of priority. In this experimental research, the authors will resort to rapid assessment method for estimation of reserves and resources of Tulsian terrigenous oil reservoirs in 10 oil fields operated by TATNEFT. Developed in West Siberian oil fields, this method will be put into practice in Volga-Ural petroleum province for the first time ever.

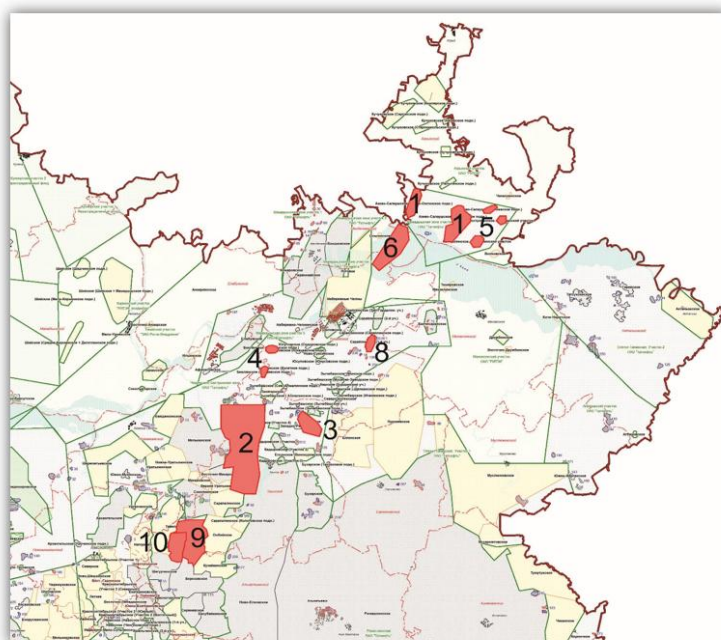
Key words: estimation of reserves, rapid assessment of reserves, correlation coefficient, reserves per well, net oil-saturated thicknesses, regressive dependencies.

Введение

Одним из направлений деятельности института «ТатНИПИнефть» является сопровождение геологоразведочных работ и оценка ресурсной

базы компании ПАО «Татнефть». Для подсчета запасов, оперативного пересчета или оценки запасов необходимо выполнить трудоемкий комплекс исследований для обоснования подсчетных параметров [2]. В связи с этим встает вопрос оценки запасов и ресурсов с наименьшими затратами и достаточной для практики точностью.

В экспериментальном исследовании авторами будет применен метод экспресс-оценки запасов и ресурсов терригенных отложений тульского горизонта 10 месторождений ПАО «Татнефть» (Рис. 1) [3]. Данный метод разработан Котельниковой Е.М. на месторождениях Западно-Сибири [1], и на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции будет применен впервые.



Исследуемый горизонт: Тульский

Количество месторождений: 10

1. Азево-Салаушское
2. Аксаринское
3. Бастрыкское
4. Биклянское
5. Контузлинское
6. Озерное
7. Пионерское
8. Сарайлинское
9. Тюгеевское
10. Ямашинское

Рис. 1. Обзорная карта исследуемых месторождений

Данный экспресс-анализ возможно применять на различных этапах геологоразведочных работ. Возможности интерпретации сейсмических данных и регрессионные эталонные зависимости, построенные на высокой корреляционной связи подсчетных параметров, позволяют оценить ресурсы и запасы месторождений, не закладывая новых скважин, и провести ранжирование участков по очередности бурения.

Главное достоинство метода заключается в том, что он основан на взаимосвязи подсчетных параметров: нефтенасыщенной толщины и удельных начальных геологических запасов. В этом ему уступают вероятно-статистические методы подсчета, основанных на множественном вариативном подборе подсчетных параметров, зачастую не имеющих между собой корреляционной связи.

На территории месторождений формирование отложений тульского горизонта происходило в обстановках общего погружения территории, приведшего к трансгрессии моря. Пласты-коллекторы сложены в основном песчаниками и алевролитами, тонко и мелко зернистыми, неравномерно глинистыми, слабосцементированными до рыхлых. Песчаники кварцевые, с содержанием глинистой фракции 2,9 – 4 %. Сортировка обломочного материала хорошая, цемент в основном контактового типа, участками поровый. Песчаники неравномерно пористые, поры участками выполнены кальцитом или глинистым материалом. Покрышкой для залежей тульского горизонта является пачка переслаивания аргиллитов и плотных глинистых доломитов [3].

Метод экспресс-оценки начальных геологических запасов нефти основан на устойчивых связях удельных запасов с эффективными нефтенасыщенными толщами. Для выявления зависимости, необходимы данные о средневзвешенных коэффициентах пористости и нефтенасыщенности, нефтенасыщенной толщине пропластков и размер эксплуатационной сетки скважин.

Алгоритм построения эталонных зависимостей для экспресс-оценки запасов, применимо к нашим объектам:

1. По каждой скважине в выбранном объекте подсчета запасов оценивается эффективная нефтенасыщенная толщина и линейные запасы (q_n) (Табл. 1):

$$q_{n,i} = \delta \cdot \beta \cdot h_{эф.н,i} \cdot K_{п,i} \cdot K_{н,i}$$

$$Q_{n,i} = \sum (q_{n,i} \cdot s)_i$$

где, $q_{n,i}$ – линейные запасы прослоев, $Q_{n,i}$ – удельные запасы прослоев, δ – плотность нефти, β – пересчетный коэффициент, $h_{эф.н,i}$ – эффективные нефтенасыщенные толщины прослоев, $K_{п,i}$ – коэффициенты пористости прослоев, $K_{н,i}$ – коэффициенты нефтенасыщенности прослоев, S – площадь эксплуатационной сетки.

2. Линейные запасы (q_n) пересчитываются в удельные запасы (Q_n). В качестве площади в общем случае удобнее брать 1 м^2 , но для конкретного месторождения за единицу площади лучше принять область охвата по принятой эксплуатационной сетке.

Таблица 1

Пример результатов статистической обработки массива зависимостей удельных запасов от эффективных нефтенасыщенных толщин.

№ скв.	№ прослая	Плотность нефти δ , т/м ³	Пересчетный коэффициент β	$h_{эф.н,i}$, м	K_p	K_n	Линейные запасы q_n , т	Удельные запасы, тыс. т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
718	1	0,915	0,983	2,4	0,239	0,876	0,45	18,08
737	1	0,915	0,983	1,8	0,266	0,85	0,37	14,64
858	1	0,915	0,983	1	0,218	0,85	0,17	6,67
866	1	0,915	0,983	1,2	0,218	0,868	0,20	8,17
889	1	0,915	0,983	0,6	0,19	0,76	0,08	3,12
	2	0,915	0,983	2,2	0,228	0,824	0,37	14,87
2278	1	0,915	0,983	1,5	0,218	0,858	0,25	10,09
2279	1	0,915	0,983	2,7	0,244	0,863	0,51	20,45
10451	1	0,915	0,983	1,6	0,197	0,886	0,25	10,05

3. После завершения формирования табл. 1 для всех скважин, строится график зависимости $Q_n = f(h_{эф.н,n})$ по всем скважинам

массива (Рис. 2). На график наносится линия тренда и рассчитывается уравнение регрессии, для которого оценивается значение коэффициента детерминации R^2 .

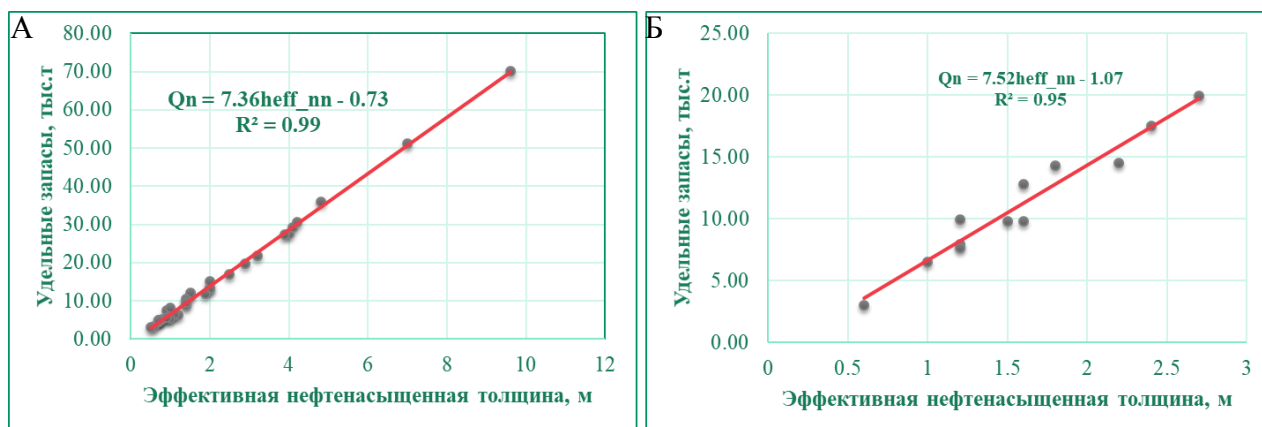


Рис. 2. Графики зависимости удельных запасов от эффективной нефтенасыщенной толщины. А. Биклянское месторождение. Б. Аксаринское месторождение

Уравнение регрессии имеет вид линейного уравнения с одной переменной:

$$Q_n = A \cdot h_{эф.н,н} + B,$$

где, Q_n – удельные геологические запасы на единицу площади (т), $h_{эф.н,н}$ – эффективная нефтенасыщенная толщина (м), A – угловой коэффициент, является показателем плотности удельных запасов нефти, B – точка пересечения линии регрессии с осью удельных запасов – является не информативным для подсчета запасов, как правило, он связан с некоторыми погрешностями первичных данных.

Одной из информативных характеристик этого уравнения является показатель плотности удельных запасов – коэффициент A . Этот коэффициент является угловым коэффициентом, который образует линия тренда с положительным направлением оси абсцисс (эффективной нефтенасыщенной толщины) и определяется литологическими особенностями нефтегазоносных пластов.

При высоком значении $R^2 > 0,85$ и при отличии оцененных запасов по

данной методике от принятых при подсчете запасов в районе 15% и менее, полученные эталонные зависимости можно применять для решения практических задач.

Результаты исследования

В результате расчетов были получены эталонные зависимости удельных запасов от эффективной нефтенасыщенной толщины для исследуемых месторождений (Табл. 2). Значения коэффициента корреляции (R) для оценки связи запасов и эффективной нефтенасыщенной толщины достаточно высоки (0,91 - 0,99). Таким образом, мы можем утверждать, что эффективные толщины на рассматриваемых месторождениях имеют высокую корреляционную связь с удельными запасами, позволяющую по эффективным толщинам оценивать запасы с высокой достоверностью.

Таблица 2

Результаты статистической обработки массива зависимостей удельных запасов от эффективных нефтенасыщенных толщин

Месторождение	Уравнение	R^2	R
Азев-Салаушское	$Q_n = 7,73heff_nn - 2,45$	0,91	0,95
Аксаринское	$Q_n = 7,52heff_nn - 1,07$	0,95	0,97
Бастрыкское	$Q_n = 5,71heff_nn - 1,19$	0,83	0,91
Биклянское	$Q_n = 7,36heff_nn - 0,73$	0,99	0,99
Контузлинское	$Q_n = 7,12heff_nn - 0,76$	0,95	0,97
Озерное	$Q_n = 5,02heff_nn - 1,13$	0,94	0,97
Пионерское	$Q_n = 7,72heff_nn - 0,42$	0,97	0,98
Сарайлинское	$Q_n = 5,53heff_nn - 1,15$	0,89	0,94
Тюгеевское	$Q_n = 7,70heff_nn - 2,06$	0,89	0,94
Ямашинское	$Q_n = 6,61heff_nn - 0,68$	0,92	0,96

Полученные уравнения регрессии подразделены на две группы, для каждой из которых выведено обобщающее уравнение (Рис. 3).

Для проверки достоверности методики, посчитанные запасы были сопоставлены с запасами, утвержденными ГКЗ (Табл. 3).

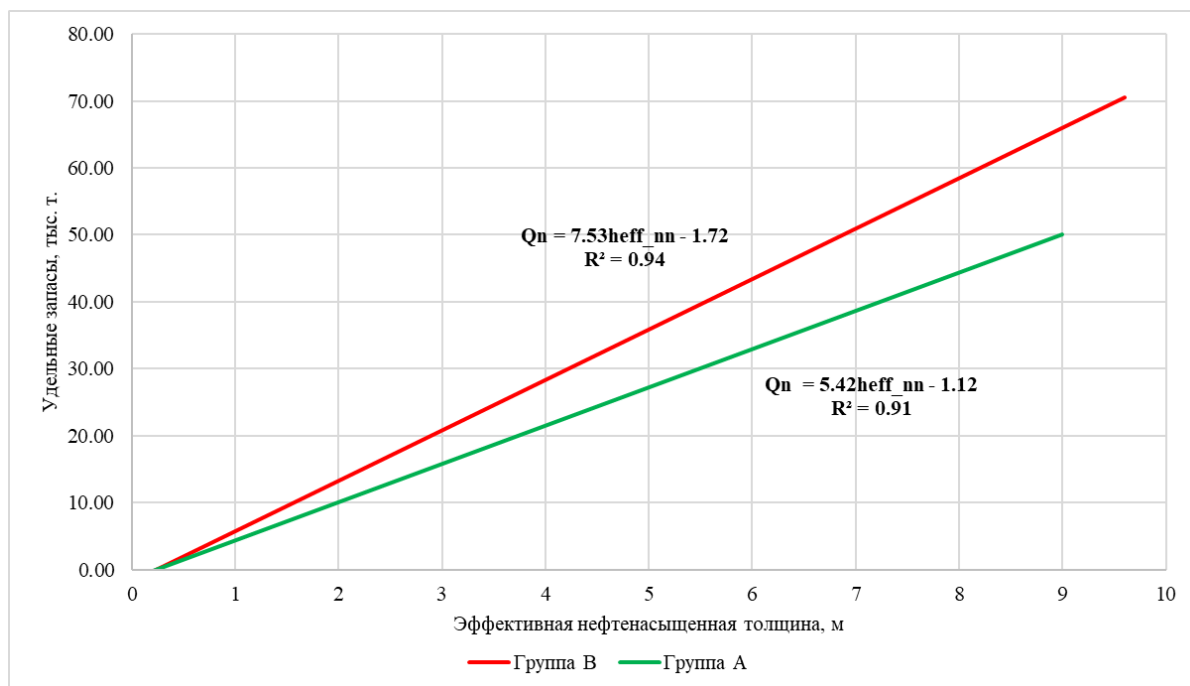


Рис. 3. График эталонных зависимостей удельных запасов от эффективных нефтенасыщенных толщин. Группа А: Бастрыкское, Озерное, Сарайлинское; Группа Б: Аксаринское, Азево-Салаушское, Биклянское, Контузлинское, Пионерское, Тюгеевское, Ямашинское.

Таблица 3.

Сравнение запасов, посчитанных методом экспресс-анализа с запасами, утвержденными ГКЗ

Месторождение	S, тыс.м ²	Н _{эф.нн} , м	Рассчитанные запасы, тыс. т.	Балансовые запасы, тыс т.	Погрешность оценки запасов	
					%	тыс. т.
1 группа						
Бастрыкское	5708	1,1	711,89	788	-9,7	-79,33
Озерное	63400	1,2	8495,63	7743	9,7	790,97
Сарайлинское	4401	1,6	801,09	731	9,6	70,09
2 группа						
Аксаринское	5953	1,3	1231,66	1378	-10,6	-146,34
Азево-Салаушское	22854	1,8	6801,13	6855	-0,8	-53,87
Биклянское	2326	5,1	2187,81	2125	3,0	62,81
Контузлинское	7262	2,8	3605,77	3473	3,8	132,77
Пионерское	2744	3,1	1521,37	1599	-4,9	-77,63
Тюгеевское	9302	1,4	2104,16	1860	13,1	244,16
Ямашинское	2326	5,1	2187,81	2125	3,0	62,81

Выводы

Полученные эталонные зависимости могут быть использованы для оценки запасов и ресурсов продуктивных отложений тульского горизонта по фактическим значениям эффективных нефтенасыщенных толщин, прироста запасов при бурении новых скважин, оценки количества начальных запасов при изменении категорий, оценки запасов в пределах полигонов.

Оценка запасов по обобщенным зависимостям сопоставлялись с оценкой запасов, рассчитанных объемным методом, расхождение составило не более 15 %.

Список литературы

1. Котельникова, Е. М. Разработка метода экспресс-оценки начальных геологических запасов нефти: на примере месторождений Западной Сибири: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.12, 25.00.01 / Котельникова Елена Михайловна; [Место защиты: Рос. ун-т дружбы народов]. - Москва, 2012. - 86 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-4/160
2. Методические рекомендации по подсчету запасов нефти и газа объемным методом / под ред. В.И. Петерсилье, В.И. Порокуна, Г.Г. Яценко. – Москва-Тверь: ВНИГРИ, НППЦ «Тверьгеофизика», 2003. – 258 с.
3. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений / Под ред. проф. Р.Х. Муслимова. – В 2-х томах. – Т.1. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2007. – 316 с.

Сведения об авторах

Хисамов Раис Салихович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный геолог - заместитель генерального директора, ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, г. Альметьевск, Республика Татарстан, Российская Федерация
E-mail: khisamovrs@tatneft.ru

Рамаданов Антон Владимирович, инженер отдела поисковой и разведочной геологии, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация
E-mail: RamadanovAV@tatnipi.ru

Сляднева Дарья Александровна, инженер отдела поисковой и разведочной геологии, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация
E-mail: SlyadnevaDA@tatnipi.ru

Улидеров Руслан Александрович, инженер отдела поисковой и разведочной геологии, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация
E-mail: UliderovRA@tatnipi.ru

Сафаров Альберт Феликсович, заведующий лабораторией геологического моделирования отдела поисковой и разведочной геологии, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, г. Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация
E-mail: Safarov@tatnipi.ru

Authors

Khisamov R.S., Dr.Sc., Professor, Chief Geologist – Deputy General Director, PJSC TATNEFT, Almeteyevsk, Republic of Tatarstan, Russia
E-mail: khisamovrs@tatneft.ru

Ramadanov A.V., Engineer, Geological Prospecting and Exploration Department, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russia
E-mail: RamadanovAV@tatnipi.ru

Slyadneva D.A., Engineer, Geological Prospecting and Exploration Department, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russia
E-mail: SlyadnevaDA@tatnipi.ru

Uliderov R.A., Engineer, Geological Prospecting and Exploration Department, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russia
E-mail: UliderovRA@tatnipi.ru

Safarov A.F., Head of Geological Modeling Laboratory, Geological Prospecting and Exploration Department, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russia
E-mail: Safarov@tatnipi.ru

Рамаданов Антон Владимирович
423236, Российская Федерация, Республика Татарстан,
г. Бугульма, ул. Мусы Джалиля, 40
тел.: 8 (85594) 7-87-46
E-mail: RamadanovAV@tatnipi.ru