

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/23\\_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/23_2016)

УДК 338.45:553.982.048(470.13)

**Садов С.Л., Тарбаев Б.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера» Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН «ИСЭ и ЭПС» Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия, [sadov@energy.komisc.ru](mailto:sadov@energy.komisc.ru), [b.tarbaev@mail.ru](mailto:b.tarbaev@mail.ru)

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ ЗАПАДНО-ТЭБУКСКОГО И ДЖЪЕРСКОГО НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Рассматривается метод оценки остаточных запасов истощённых нефтяных месторождений, основанный на модификации известного геомаятникового метода. Обсуждается возможность уточнения коэффициента извлечения нефти по мере поступления информации об объёмах накопленной добычи, сообразуясь с реальной геолого-промысловой ситуацией. В качестве объекта оценки выбраны два многопластовых месторождения юга Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции с длительным сроком эксплуатации. Расчёты проводились до получения устойчивого результата.*

***Ключевые слова:** метод статистической базы, истощённые месторождения нефти, остаточные запасы, коэффициент извлечения нефти.*

### **Введение**

Метод статистической базы (МСБ) представляет собой дополненный и усовершенствованный вариант метода, получившего название геомаятникового. Он нашёл применение при планировании и проведении геологоразведочных работ. С математической точки зрения он позволяет оценивать неизвестный объем конечной совокупности по её известной части. Новый вариант метода предполагает более широкие возможности его использования, в частности, для оценки остаточных запасов нефти на месторождениях, разрабатываемых в режиме истощения, с переходом к оценке текущего коэффициента извлечения нефти (КИН). Вычислительные процедуры в этой модификации дополнены специальным модулем, выполняющим имитационное моделирование методом Монте-Карло. МСБ следует рассматривать как малозатратный и в то же время достаточно надёжный, в смысле повторяемости, экспресс-метод оценки остаточных запасов нефти в залежах, что проверено в ходе многочисленных экспериментов<sup>1</sup>.

Такой метод особенно актуален в условиях дешёвой нефти, когда роль первого резерва поддержания добычи – остаточных запасов действующих месторождений, среди которых много истощённых, – по понятным причинам резко возрастает. В то же время его не следует

---

<sup>1</sup> В отзывах рецензентов отмечается дискуссионность ряда положений и недоработки в изложении некоторых позиций. В этой связи Редакция журнала сочла уместным её размещение в дискуссионном разделе издания.

считать альтернативой существующим и используемым на практике методам, преследующим аналогичные цели, но как дополнением к ним для повышения надёжности количественных оценок остатков, к тому же не требующего существенных финансовых затрат.

В целом создание малозатратного, простого в использовании и обеспечивающего необходимую достоверность результатов метода по оценке остаточных запасов диктуется необходимостью своевременного, экономически оправданного выбора срока завершения эксплуатации месторождения. Не секрет, что традиционные оценки остаточных запасов нефти (в виде простой операции вычитания объёма её накопленной за время эксплуатации месторождения добычи из первоначально оцененной величины извлекаемых запасов) заведомо неточны в силу объективных технических причин. Результаты, полученные таким путём, не имеют необходимого уровня достоверности, что, в конечном счёте, ведёт к экономическим потерям. С другой стороны, попытки текущего пересчёта остаточных запасов, связанные с пересмотром промысловых параметров при изменившихся гидродинамических условиях в продуктивном пласте, представляют собой сложную и дорогостоящую операцию. И если при высоких ценах на углеводороды у нефтяных компаний было стремление обойтись без неё, то в нынешних условиях – тем более. К тому же эта процедура не гарантирует нужный уровень достоверности. Применение МСБ предполагает существенное увеличение достоверности оценок и снижение расходов. Понятно, что метод статистической базы следует применять в случае отсутствия отклонений от принятой модели разработки месторождений.

В самом общем виде метод статистической базы может быть определен как набор вычислительных операций, включающий процедуру преобразования данных об объёме добытой за время разработки месторождения нефти в некоторое число элементарных разновеликих объёмов. Необходимость данной процедуры проистекает из того, что геомаятниковый метод предъявляет специфические требования к исходной информации – распределение исходных данных должно быть аналогичным или близким распределению открытых месторождений провинции по крупности (истинный вид которого в точности неизвестен и никогда известным не будет, имеются лишь обоснованные гипотезы о виде данного распределения). Создатели геомаятникового метода придерживались гипотезы об экспоненциальном характере распределения (явно это не проговаривается, но вытекает из вычислительных формул метода, приведённых ниже), поэтому и авторы статьи отдают предпочтение данному методу. При лобовом подходе, когда в качестве данных для геомаятникового метода используются показатели добычи (за месяц ли, квартал или за год), он просто не работает – основное уравнение геомаятникового метода (10) решения не имеет.

Поэтому и возникла идея о приведении массива исходных данных к ряду величин, подчиняющихся экспоненциальному распределению. К тому же для месторождений, имеющих длительную историю эксплуатации, как правило, трудно восстановить истинную картину динамики добычи за весь период, материалы просто утеряны или доступ к ним проблематичен. Поэтому надёжней ориентироваться на суммарную добычу как наиболее достоверную величину.

### Описание метода

Рассмотрим содержание метода подробнее. Повторяя отмеченное выше, условимся рассматривать извлекаемые запасы залежи как некоторую последовательность с неизвестным числом разновеликих элементарных объемов нефти, представляющих конечную совокупность (накопленную добычу). Многочисленные вычислительные эксперименты авторов статьи показали, что для получения результата при расчётах совокупность элементов, рассматриваемая как часть конечной совокупности, должна достигать не менее  $2/3$  от общего числа элементов конечной совокупности. Это требование вполне выполнимо для истощённых залежей. При этом число элементов, их максимальные и минимальные величины, как и вид статистического распределения (предпочтительно экспоненциального) – должны быть заданы при соблюдении условия, что их сумма равна величине добытой нефти. Речь идет о формировании тем или иным способом (в данном случае методом Монте-Карло) на основе объема добытой нефти случайной выборки, обеспечивающей её состоятельность в статистическом смысле (с количеством элементов этой выборки, по крайней мере, несколько десятков единиц) и использовании её в дальнейших расчётах.

Рассмотрим математическую основу геомаятникового метода и МСБ. Если в процессе исследования конечной совокупности с неизвестным числом слагающих её элементов полученная выборка достигает значения, которое характеризуется как состояние «исследовательской зрелости», появляется возможность без знания полного состава элементов вычислить общий объём конечной совокупности. Такая возможность была математически обоснована целым рядом исследователей и проверена экспериментальными расчётами над известными конечными совокупностями. При извлечении из конечной совокупности выборки из  $n$  элементов величиной  $y_1, y_2, \dots, y_n$  в порядке  $\underline{s}_n = (i_1, i_2, \dots, i_n)$  с вероятностью, пропорциональной их размеру, и без возврата в изначальную совокупность, были получены результаты, соответствующие модели распределения на области всех перестановок элементов совокупности [Chen, Sinding-Larsen, 1999]. Обозначим случайные варианты прописной буквой, предполагаемые – строчной. Тогда вероятность извлечения

элементов в порядке  $\underline{s}_n$  будет иметь вид

$$P(\underline{S}_n = \underline{s}_n | Y) = \prod_{j=1}^n y_{i_j} / (R - \sum_{l=0}^{j-1} y_{i_l}), \quad (1)$$

где  $y_{i_0} = 0$ ,  $R = \sum_{i=1}^N y_i$ . С введением параметра открываемости  $\beta$  модель приобретает вид

$$P(\underline{S}_n = \underline{s}_n | Y) = \prod_{j=1}^n y_{i_j}^\beta / (R - \sum_{l=0}^{j-1} y_{i_l}^\beta), \quad (2)$$

где  $y_{i_0} = 0$ ,  $R = \sum_{i=1}^N y_i^\beta$ .

Как показали эксперименты [Andreatta, Kaufman, 1986; Barouch et al., 1985], между числом элементов  $n$  и суммой выражений  $(1 - \exp\{-\lambda(n)y_j\})$  существует связь, и при определённых обстоятельствах существует возможность вычислить инклюзивную вероятность  $p\{k \in \underline{s}_n\} \equiv \pi_j(n)$  того, что элемент с номером  $j$  окажется среди первых  $n$  извлечённых. Она аппроксимируется как

$$\pi_j(n) \cong 1 - \exp\{-\lambda(n)y_j\}, \quad (3)$$

где  $\lambda(n)$  – единственное решение уравнения

$$n = \sum_{j=1}^N (1 - \exp\{-\lambda(n)y_j\}). \quad (4)$$

Один из исследователей проблемы [Kaufman, 1986] показал, что если параметр  $\lambda(n)$  известен априори, а элементы  $\underline{s}_n$  выстроены в порядке  $1, 2, \dots, n$ , то сумма всех величин объектов  $\hat{R}$  может несмещенно и приближенно оцениваться как

$$\hat{R} = \sum_{j=1}^n \frac{y_j}{1 - \exp\{-\lambda(n)y_j\}}. \quad (5)$$

Для предварительной оценки неизвестного параметра  $\lambda(n)$  необходимо получить точечную оценку  $R$  по неполной выборке. Это представляет известную трудность, которая была преодолена с помощью полученной оценки ожидания случайного события  $z_{n+1}$  для  $(n+1)$ -го извлечения элемента из совокупности при условии упорядоченной выборки  $\underline{s}_n = (1, 2, \dots, n)$ :

$$E[z_{n+1} | \bar{S}_n = (1, 2, \dots, n)] = \sum_{j=1}^n \frac{1}{(R - y_1 - y_2 - \dots - y_{j-1})}, \quad y_0 = 0. \quad (6)$$

Как только  $N$  становится достаточно большим,  $z_{n+1}$  сходится к вероятности  $\lambda_j(n)$ , для которой

$$\lim \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \exp \{-\lambda_{f(n)} y_i\} = 1 - f, 0 < f < 1, \quad (7)$$

где  $f = n/N$ .

Установлено [Chen, 1993], что неизвестный параметр  $\lambda(n)$  может быть аппроксимирован условным ожиданием из выражения (6), если реальную величину  $R$  заменить её оценкой из (5). В этом случае получается выражение

$$\hat{R} = \sum_{j=1}^n y_j / \left( 1 - \exp \left\{ -y_j \sum_{k=1}^n \frac{1}{\hat{R} - \sum_{i=0}^{k-1} y_i} \right\} \right), y_0 = 0. \quad (8)$$

В общей форме выражения для вычисления суммарного объёма и количества элементов конечных совокупностей выглядят следующим образом:

$$\hat{R} = \sum_{j=1}^n y_j / \left( 1 - \exp \left\{ -y_j \sum_{k=1}^n \frac{1}{\hat{T} - \sum_{i=0}^{k-1} y_i} \right\} \right), y_0 = 0, \quad (9)$$

где  $\hat{T}$  – единственное решение уравнения

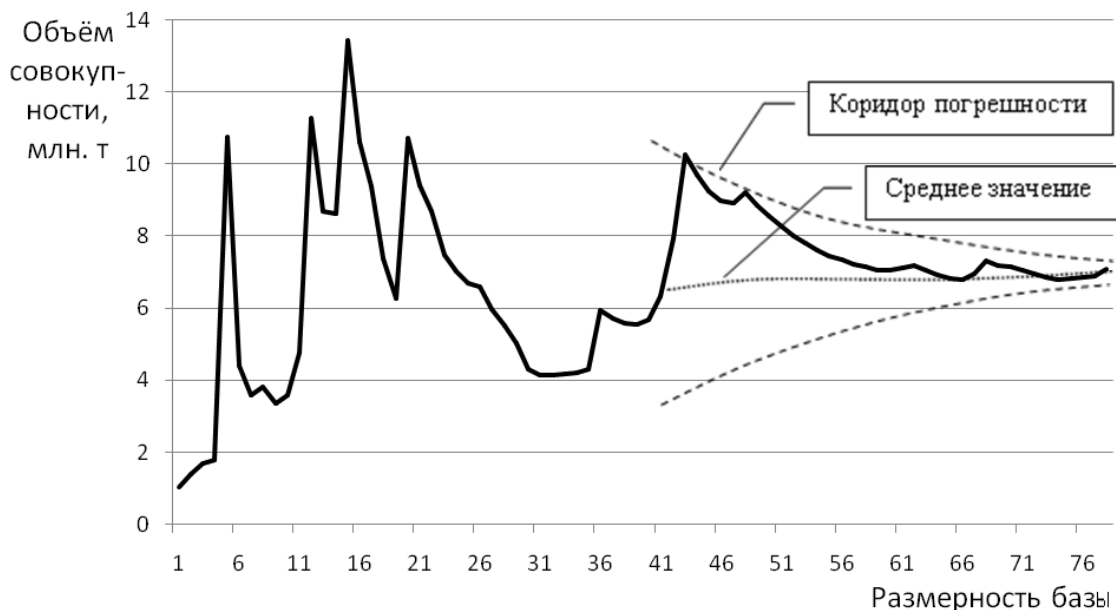
$$\hat{T} = \sum_{j=1}^n y_j^\beta / \left( 1 - \exp \left\{ -y_j^\beta \sum_{k=1}^n \frac{1}{\hat{T} - \sum_{i=0}^{k-1} y_i^\beta} \right\} \right), y_0 = 0. \quad (10)$$

Это решение есть ни что иное, как  $y_1^\beta + y_2^\beta + \dots + y_N^\beta$ .

Эффективность геомаятникового метода была проверена многочисленными экспериментами на моделях с заведомо известными по составу и общему объёму конечными совокупностями. Они продемонстрировали, что при достижении объёма известной части 2/3 от общего объёма конечной совокупности, в ходе тысячи имитаций отбора без возвращения и усреднения результатов расчётов, отклонения вычисленных величин от исходных укладывались в общие погрешности округления.

Пример одного из таких экспериментов приведён в [Тарбаев, Садов, Сизоненко, 2011]. В нём объём конечной совокупности, насчитывающей 100 элементов, составляет 6,7751 единиц. Случайным образом из неё удалено 20% элементов, в результате чего считающейся известной часть содержит 80 элементов общим объёмом 5,766 единиц. Ситуация исследовательской зрелости налицо. Вычисленный по методу объём исходной конечной совокупности составил 6,6495 единиц, что на 0,1256 меньше, чем фактический (рис. 1). Погрешность составляет 1,8% от искомой величины. Это наглядно демонстрирует, что объём в 2/3 выборки достаточен для получения оценки полной исходной совокупности геомаятниковым методом. Кроме того, случайный порядок удаления элементов из первоначальной совокупности гарантирует, что характер распределения элементов по

величине в оставшейся части принципиально не изменится, что делает возможным применение в таких случаях и метода статистической базы.



**Рис. 1.** Изменение рассчитанного по методу статистической базы объема исходной конечной совокупности по мере роста статистической базы

Как отмечалось выше, важной особенностью МСБ как модификации геомаятникового метода является процедура фрагментации накопленной добычи на распределённые по экспоненциальному закону части. Вариантов такого разбиения бесконечно много, поэтому встаёт вопрос о выборе если не наилучшего, то дающего надёжный, устойчивый результат. Для этого вводится критерий малости дисперсии (или, если угодно, низкой волатильности) получаемых оценок при разной очередности включения фрагментов в статистическую базу (по аналогии с месторождениями – порядка их открытия). Число вариантов очередности в вычислительных экспериментах бралось равным тысяче. Результаты экспериментов показали, что допустима волатильность в пределах до 5% отклонений от средней величины. Варианты с такой низкой волатильностью дают близкие оценки остатков, усреднённые значения которых и принимаются в качестве оценки остаточных запасов месторождения. В условиях высокой неопределённости, сопровождающей моделирование строения земных недр, когда строгое обоснование нереально, для получения оценок с достаточной достоверностью такой подход представляется наиболее приемлемым с позиций соотношения «обоснованность-простота применения».

#### Экспериментальный счет

Оценка остаточных запасов и текущего КИН в нефтяных залежах методом статистической базы выполнена для месторождений с длительной историей эксплуатации и

высокой степенью истощения запасов. К числу таких месторождений относятся открытые в конце пятидесятых годов в пределах Тимано-Печорской провинции крупное Западно-Тэбукское и скромное по размерам Джьерское месторождения. Названные месторождения, с утвержденными Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых извлекаемыми запасами в 54,5 млн. т для первого и 11,5 млн. т для второго, эксплуатируются поныне, позволяя извлекать ежегодно до 200 тыс. т нефти на первом и 12 тыс. т на втором.

Рассматриваемые месторождения относятся к категории многопластовых. Так на Западно-Тэбукской площади в толще отложений девонского возраста выявлено присутствие семи изолированных залежей, и на Джьерской в отложениях того же возраста – две залежи. Накопленная добыча на Западно-Тэбукском месторождении на 01.01.2014 г. составляет 53557 тыс. т, в том числе по залежам:

Пласт	Накопленная добыча, тыс. т	Остаточные извлекаемые запасы категории A+B+C <sub>1</sub> , тыс. т
Ф о	88	0
Ф 1	2288	207
Ф 2	2857	10
1а-1б	561	215
1б-1в	1533	363
11а-111	46230	177
11а 11в-111	0	319

На Джьерском месторождении:

Пласт	Накопленная добыча, тыс. т	Остаточные извлекаемые запасы категории A+B+C <sub>1</sub> , тыс. т
Ф о	11	16
Ф 1	10993	5

Общий объем добытой нефти на 01.01.2014 г. составил 11004 тыс. т. Остаточные извлекаемые запасы категорий A+B+C<sub>1</sub> - 21 тыс. т и по категории C<sub>2</sub> - 458 тыс. т.

Очевидно, что уточнять остаточные запасы в залежах Ф<sub>о</sub> и 11а 11в-111 на Западно-Тэбукском и в залежи Ф<sub>о</sub> на Джьерском нет необходимости, поскольку эти продуктивные пласты из-за скромных извлекаемых запасов, заключенных в них, практически не разрабатывались. В результате расчетов были получены следующие результаты. Для Западно-Тэбукского месторождения:

Пласт	Накопленная добыча, тыс. т	Расчётные остаточные извлекаемые запасы, тыс. т
Ф о	88	0,7
Ф 1	2288	194,2
Ф 2	2857	34,6
1а-1б	561	258,2
1б-1в	1533	377,7
11а-111	46230	545,3
11а 11в-111	0	319



Всего остаточные извлекаемые запасы составляют 1729,7 тыс. т вместо 1291 тыс. т.

Для Джъерского месторождения:

Пласт	Накопленная добыча, тыс. т	Расчётные остаточные извлекаемые запасы, тыс. т
Ф 0	11	39,1
Ф 1	10993	102,8

Всего остаточные извлекаемые запасы - 141,9 тыс. т вместо 21 тыс. т.

### **Обсуждение результатов и выводы**

Ошибки при подсчете извлекаемых запасов нефти в залежи проистекают по причине сложности вмещающей залежь геологической среды, объёма полученной при разведке информации, погрешностей при измерении геолого-промысловых параметров, являющихся следствием несовершенства методов измерения. Свою роль играют и недостаточно полная адекватность методологии подсчета реальному состоянию недр и, не в последнюю очередь, предполагаемый режим разработки. Совокупность перечисленных факторов, в конечном счёте, определяет выбор КИН. По мере поступления дополнительных данных и совершенствования способов измерения они могут вести к пересмотру КИН в сторону либо уменьшения, либо увеличения и, следовательно, к корректировке первоначально установленных объёмов извлекаемых запасов. Используемый при уточнении остаточных извлекаемых запасов способ рассматривает эти запасы на каждом этапе разработки залежи, используя понятия теории множеств, как совокупность элементарных, не подлежащих последующему делению объёмов нефти. На заданный момент времени они составляют некоторую конечную совокупность, суммарный объём которой неизвестен, но при наличии известной её части может быть вычислен. Нетрудно убедиться, что такой способ уточнения остаточных запасов непосредственно не связан с пересмотром положенных в основу подсчёта геолого-промысловых параметров, являясь чисто аналитическим решением задачи. Он может применяться по мере необходимости при достижении известной доли конечной совокупности, которая, как показывают многочисленные эксперименты, примерно равна двум третям известной части конечной совокупности, т. е. общего объёма извлечённой на данный момент нефти.

Трансформация объёма отобранной за время эксплуатации месторождения нефти в случайную выборку разновеликих элементарных объёмов выполнялась методом Монте-Карло с использованием экспоненциального закона распределения при соблюдении необходимых норм относительно характеризующих распределение величин и, соответственно, масштабов их варьирования.

Западно-Тэбукское и Джъерское месторождения являются многопластовыми, и с



учётом этого вычисление суммарной величины конечной совокупности (общего объёма извлекаемой нефти) производилось для каждой залежи в отдельности и лишь затем происходило суммирование. Вычисления выполнялись в условиях расширяющейся выборки, и характеризовались при начальных малых объёмах исходной информации большим разбросом полученных значений. Стабилизация результатов вычислений происходила при достижении выборки размера  $2/3$  от известной части конечной совокупности, и при дальнейшем её расширении вычисленный показатель оставался практически на одном уровне вплоть до конечного результата. Этот интервал представляет последовательность величин со средним, близким по величине к конечному значению, и с дисперсией, близкой к нулю, что позволяет предполагать высокую достоверность полученного результата.

Необходимо констатировать удачный выбор КИН (он может рассматриваться как оптимальный) на этапе первоначального подсчёта запасов, определивший, для заданного режима разработки, размеры извлекаемых запасов нефти на Западно-Тэбукском и Джьерском месторождениях, практически подтвердившиеся в процессе разработки месторождений. Вычисления, выполненные методом статистической базы, дополнительно подтверждают этот вывод, а полученное расхождение между начальными и уточненными запасами – на Западно-Тэбукском месторождении в размере 784 тыс. т (54500 тыс. т при начальном подсчете и 55284 тыс. т после коррекции) и 354 тыс. т на Джьерском (11500 тыс. т при начальном подсчете и 11146 тыс. т после коррекции) – можно рассматривать как результат влияния многих факторов неопределённости, свойственных моделям строения недр, при выполнении операций подсчёта остаточных запасов. Опыт применения метода статистической базы на столь истощённых в ходе длительной эксплуатации месторождениях с известным приближением можно рассматривать как пассивный эксперимент, открывающий редкую возможность проверить надёжность разных, традиционных и новых методов, путём сравнения ранее утверждённых и вычисленных величин.

*Работа выполнена при поддержке Уральского отделения РАН (проект № 15-14-7-15).*

### Литература

*Тарбаев Б.И., Садов С.Л., Сизоненко Т.О.* Оценка экономической ценности истощённого месторождения нефти методом статистической базы // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2011. – № 3. – С. 78-80.

*Andreatta G., Kaufman G.M.* Estimation of finite population properties when sampling is without replacement and proportional to magnitude // Jour. Am. Stat. Assoc. – 1986. – vol. 81. – №395. – P. 657-666. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1986.10478318>

*Barouch E., Chow K., Kaufman G.M., Wright T.H.* Properties of successive sample moment estimators // *Studies in Applied Mathematics*. – 1985. – vol. 73. – P. 239-260. DOI: <https://doi.org/10.1002/sapm1985733239>

*Chen Z.* Quantification of petroleum resources through sampling from a parent population and as a function of basin yield // *Doctoral thesis, the Norwegian Institute of Technology*. – 1993. – 320 p.

*Chen Z., Sinding-Larsen R.* Estimating petroleum resources using Geo-anchored method – a sensitivity study // *Natural Resources Research*. – 1999. – vol. 8. – № 1. – P. 49-58. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021681611558>

*Kaufman G.M.* Finite population sampling methods for oil and gas resource estimation, in Rice D.D., ed., *Oil and gas assessment – methods and applications* // *Am. Assoc. Petroleum Geologists Studies in Geology*. – 1986. – № 21. – P. 43-54.

**Sadov S.L., Tarbaev B.I.**

Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, [sadov@energy.komisc.ru](mailto:sadov@energy.komisc.ru), [b.tarbaev@mail.ru](mailto:b.tarbaev@mail.ru)

### **APPLICATION OF STATISTICAL BASE METHOD FOR EVALUATION OF RESIDUAL RESERVES OF WESTERN TEBUKSKY AND DZHERSKY OIL FIELDS**

*The estimation method of residual reserves of depleted oil fields is analyzed on the basis of modification of a known method of geo-pendulum measurements. The possibility of clarifying the oil recovery factor is discussed as far as information on the volume of cumulative production becomes available and in accordance with the actual geological and commercial situation. Two multilayer deposits on the south of the Timan-Pechora oil and gas province with a long operating life were selected as the object of evaluation. The calculations were performed up to obtaining of sustainable result.*

**Keywords:** *method of statistical base, depleted oil fields, residual reserves, oil recovery factor.*

#### **References**

Andreatta G., Kaufman G.M. Estimation of finite population properties when sampling is without replacement and proportional to magnitude. Jour. Am. Stat. Assoc., 1986, vol. 81, no. 395, p. 657-666. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1986.10478318>

Barouch E., Chow K., Kaufman G.M., Wright T.H. Properties of successive sample moment estimators. Studies in Applied Mathematics, 1985, vol. 73, p. 239-260. DOI: <https://doi.org/10.1002/sapm1985733239>

Chen Z. Quantification of petroleum resources through sampling from a parent population and as a function of basin yield. Doctoral thesis, the Norwegian Institute of Technology, 1993, 320 p.

Chen Z., Sinding-Larsen R. Estimating petroleum resources using Geo-anchored method - a sensitivity study. Natural Resources Research, 1999, vol. 8, no. 1, p. 49-58. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021681611558>

Kaufman G.M. Finite population sampling methods for oil and gas resource estimation, in Rice D.D., ed, Oil and gas assessment. Methods and applications. Am. Assoc. Petroleum Geologists Studies in Geology, 1986, no. 21, p. 43-54.

Tarbaev B.I., Sadov S.L., Sizonenko T.O. *Otsenka ekonomicheskoy tsennosti istoshchennogo mestorozhdeniya nefti metodom statisticheskoy bazy* [Estimation of the economic value of depleted oil fields of the statistical base method]. Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN, 2011, no. 3, p. 78-80.

© Садов С.Л., Тарбаев Б.И., 2016