

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2024.1.98-106>

EDN IGJZDK

УДК 622.276.031.011.43

Исследования по определению остаточной нефтенасыщенности в заводненных зонах

^{1,2} Низаев Р.Х., ^{2,3} Хасанов Р.Р.

¹Институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть», Бугульма, Россия

²Высшая школа нефти, Альметьевск, Россия

³Центр технологического развития ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, Альметьевск, Россия

Study on determination of residual oil saturation in waterflooded zones

^{1,2} R.Kh. Nizaev, ^{2,3} R.R. Khasanov

¹TatNIPIneft Institute PJSC Tatneft, Bugulma, Russia

²Higher School of Petroleum (HSP), Almeteyevsk, Russia

³Center of Technological Development PJSC Tatneft, Almeteyevsk, Russia

E-mail: Khasanov@tatneft.ru

Аннотация. Определение изменения подвижных запасов нефти объекта в процессе разработки, следовательно, параметра остаточной нефтенасыщенности (SOWCR), является важной задачей для корректного определения технологических показателей разработки при эксплуатации месторождения. Корректность определения данного параметра в зависимости от времени разработки влияет на конечное значение КИН.

Для определения влияния процесса разработки на изменения подвижных запасов нефти объекта на показатели остаточной нефтенасыщенности были проанализированы 584 керновых исследования по 21 скважине. Как правило, определение параметра остаточной нефтенасыщенности путем проведения керновых исследований требует уточнения времени разработки объекта исследования: керновый материал может отбираться в разные периоды разработки объекта. На основании проведенного анализа кернового материала с заводненных участков одного из месторождений Татарстана можно отметить, что в зонах, менее охваченных заводнением, значение остаточной нефтенасы-

ценности более высокое. В зонах, охваченных заводнением (при больших объемах закачки на нагнетательных скважинах) значения остаточной нефтенасыщенности более низкие. Из анализа по изменению значений остаточной нефтенасыщенности в заводненных зонах необходимо учитывать увеличение извлекаемых запасов нефти в процессе разработки в заводненных участках месторождения.

Ключевые слова: *подвижные запасы нефти, остаточная нефтенасыщенность, керновые исследования, каротажные данные, извлекаемые запасы нефти*

Для цитирования: Низаев Р.Х., Хасанов Р.Р. Исследования по определению остаточной нефтенасыщенности в заводненных зонах // Нефтяная провинция.-2024.-№1(37).-С. 98-106. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.1.98-106>. - EDN IGJZDK

Abstract. Determination of the change in the mobile oil reserves of the object during the development process, hence, the residual oil saturation parameter (SOWCR), is an important task for correct determination of technological indicators of development during field operation. Correctness of determination of this parameter depending on the development time influences the final value of oil recovery factor.

To determine the influence of the development process on the changes in the mobile oil reserves of the object on the residual oil saturation parameters, 584 core studies for 21 wells were analyzed. As a rule, determination of the residual oil saturation parameter by means of core studies requires specification of the time of development of the object of study: core material may be taken in different periods of the object development. Based on the analysis of core material from waterflooded areas of one of the fields of the Republic of Tatarstan, it can be noted that the residual oil saturation value is higher in the zones less covered by waterflooding. In zones covered by waterflooding (with large injection volumes at injection wells) the residual oil saturation values are lower. From the analysis of changes in residual oil saturation values in waterflooded zones, it is necessary to take into account the increase in recoverable oil reserves during development in waterflooded areas of the field.

Key words: *mobile oil reserves, residual oil saturation, core studies, logging data, recoverable oil reserves*

For citation: R.Kh. Nizaev, R.R. Khasanov Issledovaniy po opredeleniyu ostatochnoy neftenasyshtenosti v zavodnennykh zonakh [Study on determination of residual oil saturation in waterflooded zones]. Neftyanaya Provintsiya, No. 1(37), 2024. pp. 98-106. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.1.98-106>. EDN IGJZDK (in Russian)

Для определения влияния разработки на показатели остаточной нефтенасыщенности были проанализированы 584 керновых исследования по 21 скважине одного из месторождений Татарстана. На рис. 1 приведена

полученная зависимость остаточной нефтенасыщенности от проницаемости. В основном все исследования проведены в центральной зоне рассматриваемого месторождения (Рис. 2).

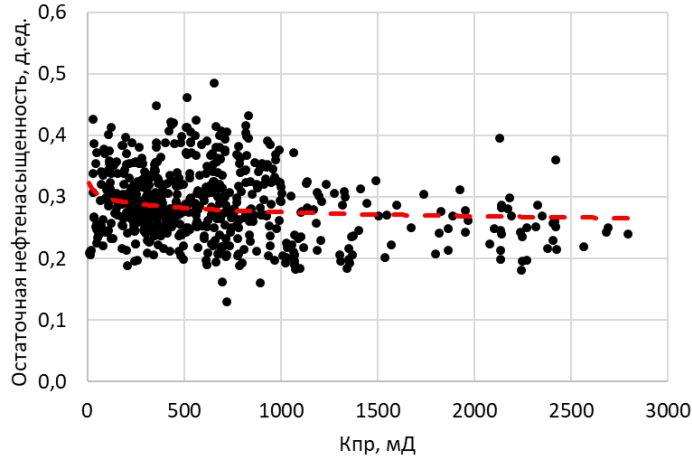


Рис. 1. Зависимость остаточной нефтенасыщенности от проницаемости

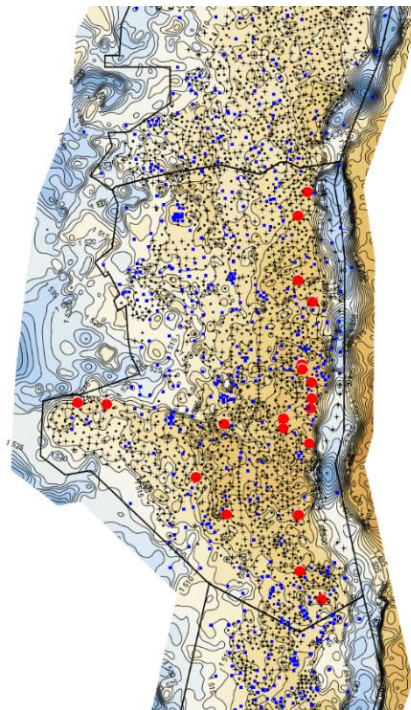


Рис. 2. Структурная карта наишйского горизонта анализируемого указанием скважин, где был отобран керн

В первую очередь было принято решение рассмотреть близкорасположенные скважины с близким периодом отбора керна. По данным критериям были выбраны скважины 36* и 31* на одном из участков месторожде-

ния (Рис. 3). Данные скважины были пробурены с интервалом в 1 год: скважина 36* - 1977 года бурения, скважина 31* - 1978 года.

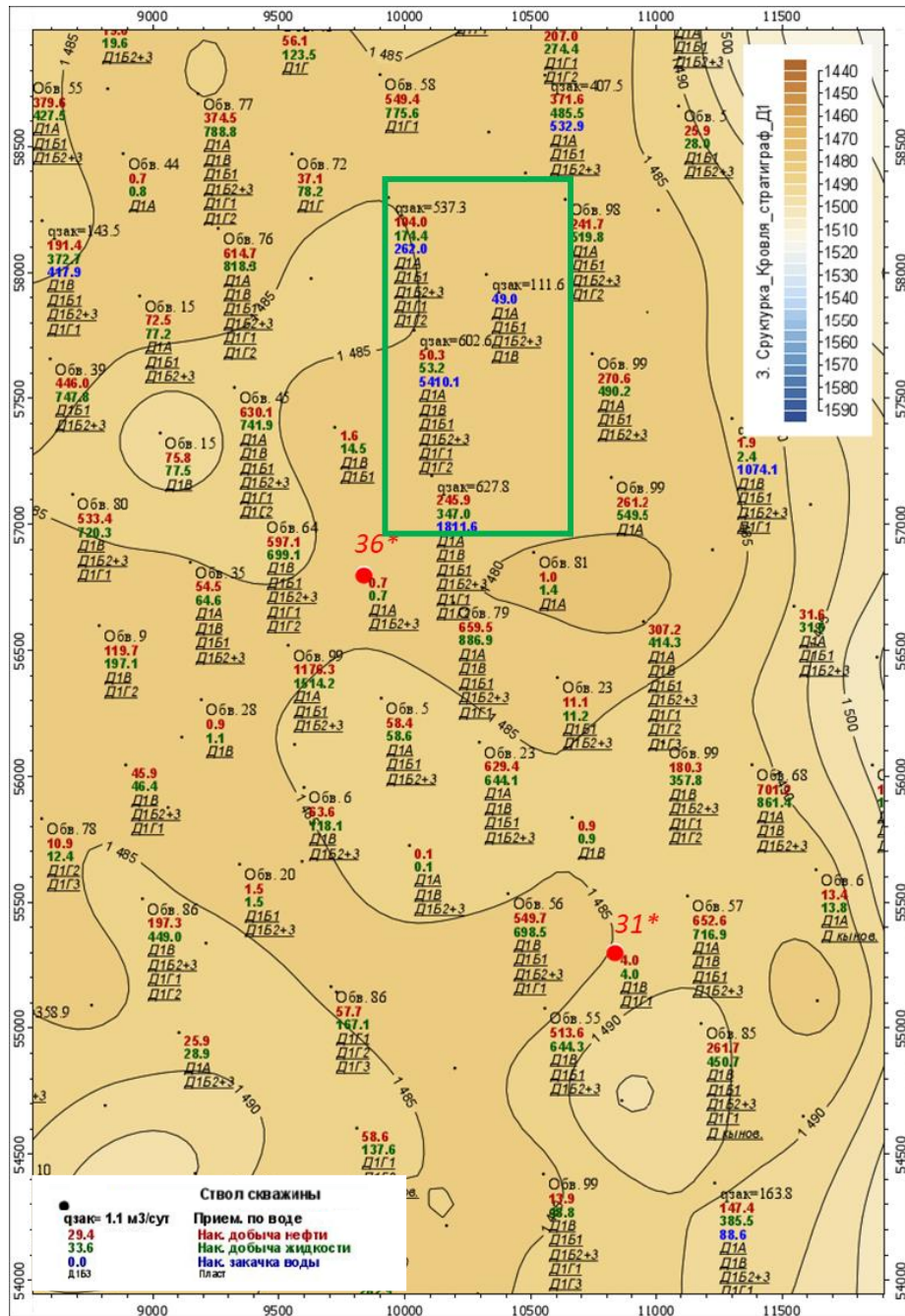


Рис. 3. Карта разработки района 36 и 31* на 12.1978 г.
(подложка – структурная карта Д1)*

По результатам анализа был сделан вывод, что к концу 1978 года данный участок активно эксплуатировался. Более того, именно северная часть, в районе скважины 36*, явно выделяется наличием активной системы под-

держания пластового давления (ППД). При этом стоит отметить, что на данном участке в качестве закачиваемого агента использовалась пресная вода.

В табл. 1 представлены интервалы отбора керна по анализируемым скважинам. Для более детального анализа интервалов отбора керна (Рис. 4) рассмотрим каротажные данные по скважинам.

Таблица 1

Интервалы отбора кернового материала

| Скважина | Интервал отбора, начало | Интервал отбора, конец |
|----------|-------------------------|------------------------|
| 36* | 1675 | 1680 |
| | 1680 | 1682 |
| | 1687 | 1692 |
| 31* | 1803,5 | 1808 |
| | 1809 | 1814 |

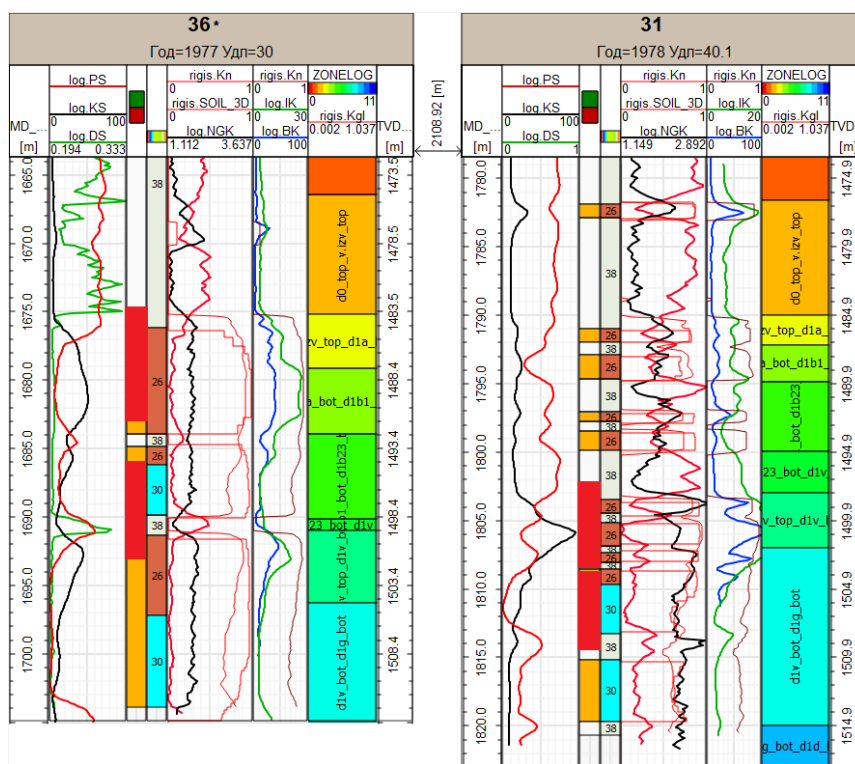


Рис. 4. Схема корреляции по скважинам 36*-31* (красным выделены интервалы отбора керна)

Учитывая особенности интервалов отбора керна образцов и участков разработки, рассмотрим зависимость остаточной нефтенасыщенности от проницаемости только по анализируемым скважинам (Рис. 5).

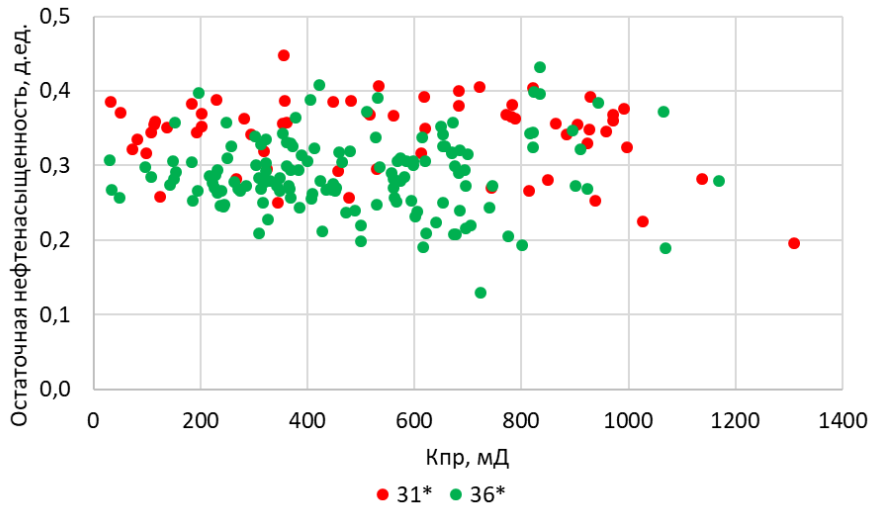


Рис. 5. Зависимость остаточной нефтенасыщенности от проницаемости по скважинам 31* и 36*

По рис. 5 можно заметить определенную закономерность: граница значений остаточной нефтенасыщенности ниже 0,25 д.ед. практически полностью приурочены скважине 36*, а более высокие значения (выше 0,35 д.ед.) - скважине 31*. При этом стоит отметить, что по результатам геофизических исследований на скважине 36* наблюдается влияние разработки, что характеризуется пониженным сопротивлением по пласту Д162, Д163. Также рассмотрим изменение остаточной нефтенасыщенности по глубине, распределив их в зависимости от интервалов исследования (Рис. 6).

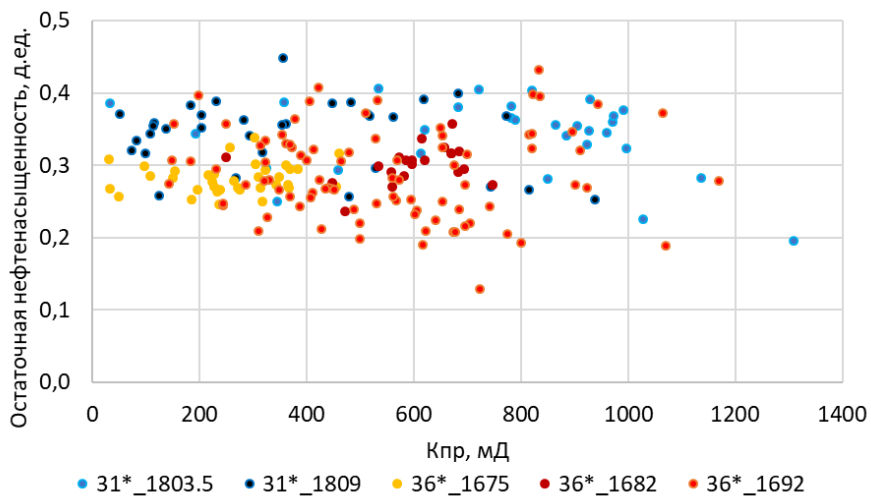


Рис. 6. Зависимость остаточной нефтенасыщенности от проницаемости (закрашивание по интервалам отбора керна)

Анализируя рис. 6 можно сделать вывод, что независимо от интервала исследования, среднее значение остаточной нефтенасыщенности по скважине 31* относительно облака полученных значений составляет 0,342 д.ед. Однако по скважине 36* получен иной результат: среднее значение остаточной нефтенасыщенности в интервале 1675 – 1682 м относительно полученных значений составляет 0,29 д.ед., при этом значения распределены в не-большом диапазоне. Тогда как значения в интервале 1687 – 1692 м по скважине 36* имеют более широкий диапазон распределения (от 0,13 д.ед. до 0,43 д.ед.), где 35 % значений остаточной нефтенасыщенности ниже 0,26 д.ед. Среднее значение остаточной нефтенасыщенности по скважине 36* относительно облака точек – 0,288 д.ед.

Такая особенность более низких значений остаточной нефтенасыщенности по скважине 36* объясняется большим объемом закачиваемой водой от ближайших нагнетательных скважин по исследуемым интервалам пласта, то есть кратность промывки в интервале 1687 – 1692 м значительно выше. В свою очередь, подобное изменение остаточной нефтенасыщенности может говорить и об уменьшении подвижных запасов нефти, благодаря ее вытеснению.

Работа в данном направлении еще будет продолжена, планируется проанализировать все имеющиеся керновые исследования на рассматриваемом месторождении, а также провести анализ обеспеченности анализируемых участком с использованием характеристик вытеснения и гидродинамических моделей.

Выводы

На основании проведенного анализа кернового материала с заводнен-ных участков одного из месторождений Татарстана получены следующие результаты:

1. В зонах, менее охваченных заводнением, среднее значение остаточной нефтенасыщенности варьируется в диапазоне 0,34 д.ед.
2. В зонах, охваченных заводнением (при больших объемах закачки на нагнетательных скважинах), среднее значение остаточной нефтенасыщенности находится в диапазоне 0,29 д.ед.
3. По результатам анализа также установлено, что зависимость изменения остаточной нефтенасыщенности от проницаемости по рассмотренным скважинам низкая.

Список литературы

1. Низаев Р.Х., Судо Р.М. Оценка подвижных запасов нефти при различной остаточной нефтенасыщенности в объеме резервуара. Принципы построения рисунков-карт подвижных запасов углеводородов // Сборник научных трудов ТатНИ-ПИНЕФТЬ/ПАО «Татнефть». –М.: Нефтяное хозяйство. – 2015. – Вып. 83. – С. 58-63.
2. Кузнецов Г.С., Ровнин Д.В. О моделировании остаточной нефтенасыщенности продуктивных коллекторов // Горные ведомости. – 2009. – №4(59). – С. 38-42.
3. Юсупова Т.Н., Ганеева Ю.М., Барская Е.Е., Охотникова Е.С., Тимиргалиева А.Х., Ибатуллин Р.Р., Романов Г.В. Смачиваемость и остаточная нефтенасыщенность пород-коллекторов в неоднородных терригенных пластах девонских отложений Ромашкинского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2019. – №4. – С. 54-57.
4. Пеньковский В.И., Корсакова Н.К., Симонов Б.Ф., Савченко А.В. Остаточные нефтенасыщенные зоны продуктивных пластов и способы воздействия на них с целью вовлечения в разработку // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2012. – №5. – С. 41-51.
5. Злобин А.А., Юшков И.Р. О механизме формирования остаточной нефтенасыщенности в техногенно измененных пластах // Научные исследования и инновации. – 2011. – №1(5). – С. 66-68.

References

1. Nizaev R.Kh., Sudo R.M. *Otsenka podvizhnykh zasapov nefiti pri razlichnoy ostatochnoy neftenasyshhennosti v obeme rezervuara. Printsipy postroeniya risunkov-kart podvizhnykh zasapov uglevodorodov* [Estimation of mobile oil reserves at different residual oil saturation in the reservoir volume. Principles of mobile hydrocarbon reserves mapping]. Collection of Research Papers. TatNIPIneft – PJSC TATNEFT. Moscow: Neftyanoe Khozaistvo. 2015, Iss. 83, pp. 58-63 (in Russian)
2. Kuznetsov G.S., Rovnin D.V. *O modelirovanii ostatochnoy neftenasyshhennosti produktivnykh kollektorov* [Modeling of residual oil saturation of productive intervals]. *Gornye Vedomosti* [Rock Science Journal]. 2009, No. 4(59), pp. 38-42. (in Russian)
3. Yusupova T.N., Ganeeva Yu.M., Barskaya E.E., Okhotnikova E.S., Timirgalieva A.Kh., Ibatullin R.R., Romanov G.V. *Smachivaemost i ostatochnaya neftenasyshhennost porod-kollektorov v neodnorodnykh terrigenykh plastakh devonskikh otlozheniy Romashkinskogo mestorozhdeniya* [Wettability and residual oil saturation of reservoir rocks in heterogeneous

- terrigenous Devonian sediments of the Romashkinskoye oil field]. Neftyanoe Khozaistvo [Oil Industry]. 2019, No. 4, pp. 54-57. (in Russian)
4. Penkovsky V.I., Korsakova N.K., Simonov B.F., Savchenko A.V. Residual oil pockets and their stimulation in productive formations. Fiziko-tekhnicheskie problem razrabotki poleznykh iskopaemykh [Journal of Mining Sciences]. 2012, No. 5, pp. 41-51. (in Russian)
 5. Zlobin A.A., Yushkov I.R. *O mekhanizme formirovaniya ostatochnoy neftenasyshhennosti v tekhnogenno izmenennykh plastakh* [Mechanism of residual oil saturation formation in technogenically modified formations. Nauchnye issledovaniya i innovatsii [Scientific Research and Innovations]. 2011, No. 1(5), pp.66-68. (in Russian)

Сведения об авторах

Ницаев Рамиль Хабутдинович, доктор технических наук, профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Высшая школа нефти (ВШН), Институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть»
Россия, 423462, Альметьевск, ул. Ленина, 2
E-mail: nizaev@tatnipi.ru

Хасанов Рамзиль Рамилевич, аспирант, кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Высшая школа нефти (ВШН), Центр технологического развития ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина
Россия, 423462, Альметьевск, ул. Ленина, 2
E-mail: Khasanov@tatneft.ru

Authors

R.K. Nizaev, Dr.Sc., Professor of Chair of Oil and Gas Fields Development and Operation, Higher School of Petroleum (HSP), TatNIPIneft Institute PJSC Tatneft
2, Lenin st., Almeteyevsk, 423462, Russian Federation
E-mail: nizaev@tatnipi.ru

R.R. Khasanov, PhD Candidate, Chair of Oil and Gas Fields Development and Operation, Higher School of Petroleum (HSP), Center of Technological Development PJSC Tatneft
2, Lenin st., Almeteyevsk, 423462, Russian Federation
E-mail: Khasanov@tatneft.ru

Статья поступила в редакцию 06.01.2024

Принята к публикации 21.03.2024

Опубликована 30.03.2024