

## Добыча полезных ископаемых

DOI: 10.34828/UdSU.2023.62.74.010

УДК 622.276.63

*Е.А. Рахимова, С.А. Красноперова*

### АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ ПО ПЛОЩАДИ И РАЗРЕЗУ (ТОЛЩИНЕ) ВИЗЕЙСКОГО ОБЪЕКТА РАЗРАБОТКИ ЕЛЬНИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема выработки остаточных запасов на примере визейского объекта разработки Ельниковского нефтяного месторождения. Основными осложняющими факторами, возникающими при недостаточной выработке указанных запасов, является сложное геологическое строение данного объекта, для которого характерна высокая степень расчлененности пропластков и неоднородность коллекторов. Для анализа выработки запасов были проведены геологические и геофизические исследования исследуемого месторождения, на основании результатов которых установлен различный характер вытеснения запасов нефти по площади и разрезу данного объекта. В связи с этим необходимо увеличение охвата залежи по площади путем бурения боковых стволов (БС), перевода скважин с других объектов (ПС), разбуривания залежей новыми скважинами. Для решения указанных задач в статье предложены рекомендуемые варианты разработки, среди которых выявлен наиболее перспективный на основании технико-экономического анализа.

**Ключевые слова:** месторождение, извлекаемые запасы, остаточные запасы, визейский объект, варианты разработки, проектный срок разработки, накопленная добыча нефти.

*Для цитирования:* Рахимова Е.А. Красноперова С.А. Анализ выработки запасов по площади и разрезу (толщине) визейского объекта разработки Ельниковского месторождения // Управление техносферой: электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып.2. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 249–258. DOI: 10.34828/UdSU.2023.62.74.010.

#### Введение

В административном отношении Ельниковское месторождение расположено на территории Каракулинского, Камбарского и Сарапульского

районов Удмуртии, в 100 км от г. Ижевска и в 5 км от г. Камбарка. Ближайшие месторождения – это Арланское, Кырыкмасское, Ломовское.

В тектоническом отношении Ельниковское месторождение расположено в западной части Верхнекамской впадины и приурочено к прибортовой части Камско-Кинельской системы прогибов, к Иванаевскому валу.

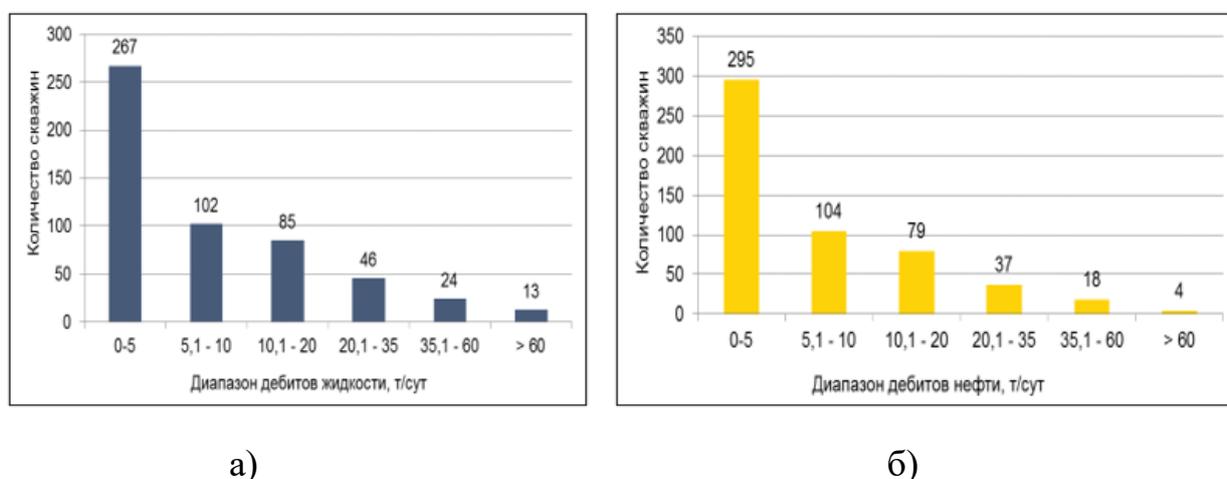
В отложениях терригенной пачки нижнего карбона отмечается наличие большого количества врезов, в связи с чем по скважинным данным отмечается резкое несоответствие по толщине структурных этажей в разрезе рядом стоящих скважин. Эрозионному разрушению подвергались карбонатные породы, подстилающие визейские терригенные отложения. В структурном плане месторождения выделяются четыре крупных поднятия: собственно Ельниковское, Апалихинское, Соколовское и Прикамский участок, причем следует отметить, что границей Ельниковского и Апалихинского поднятий служит нерезко выраженный прогиб. Каждое из названных поднятий в свою очередь осложнено множеством мелких куполов. Ельниковское и Апалихинское поднятия контролируют лишь турнейские залежи, в вышезалегающих пластах на этих поднятиях происходит слияние залежей. Все поднятия имеют тектоно-седиментационное происхождение и характеризуются соответствием структурных планов по пермским и каменноугольным отложениям, приобретая с глубиной более резкие черты [1-3]. Также, в геологическом строении данного объекта присутствует высокая расчлененность и неоднородность коллекторов, что существенно осложняет выработку запасов.

С целью анализа выработки запасов были проведены геологические и геофизические исследования визейского объекта разработки Ельниковского месторождения. По результатам проведенных исследований установлен различный характер вытеснения запасов нефти по площади и разрезу данного объекта.

Результаты геолого-геофизической интерпретации данных могут способствовать о продолжении региональных работ по детализации геологического строения и поиску нефти целого ряда площадей на территории месторождений Удмуртской Республики [4, 5].

### Анализ текущего состояния разработки

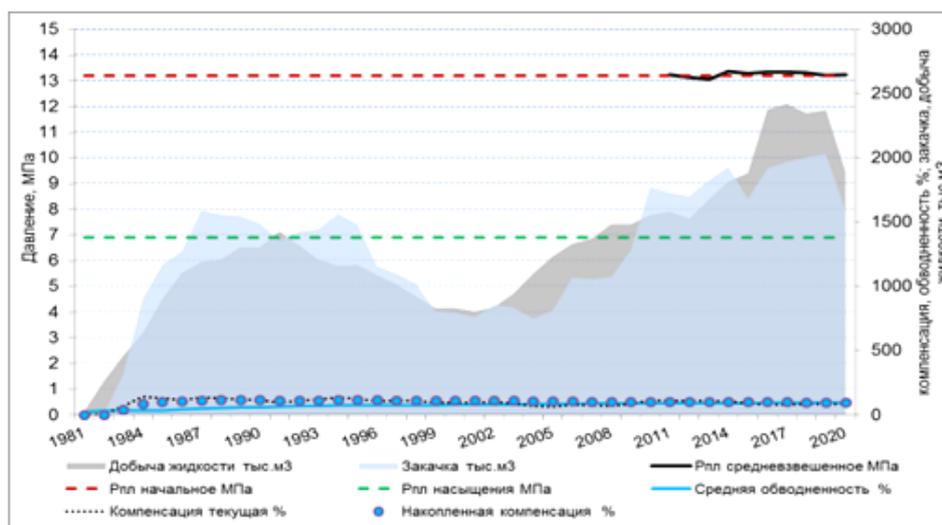
По состоянию на 01.01.2021 г. из залежей визейского объекта отобрано 27714,0 тыс.т нефти или 83,9 % от НИЗ, жидкости – 140192,5 тыс.т. Текущий коэффициент нефтеизвлечения – 0,382 при утвержденном 0,450. С начала разработки в пласты закачано 146460,3 тыс.м<sup>3</sup> воды. Распределение начальных дебитов нефти и жидкости по скважинам визейского объекта составляет 54,9% от всего фонда скважин. Среди них на данном объекте доля высокодебитных скважин (более 20 т/сут.) составила лишь 11 % (рис.1).



**Рис. 1 (а, б). Распределение начальных дебитов по скважинам визейского объекта**

Средневзвешенное давление по площади на 01.01.2021 года составляет 13,2 МПа, что на уровне начального. Охват площади актуальными замерами неравномерен и составляет 19% (замеры 2019-2020 г.г.). Таким образом, распределение давления по площади залежей носит условный характер. В целом, по объекту энергетическое состояние залежей можно считать

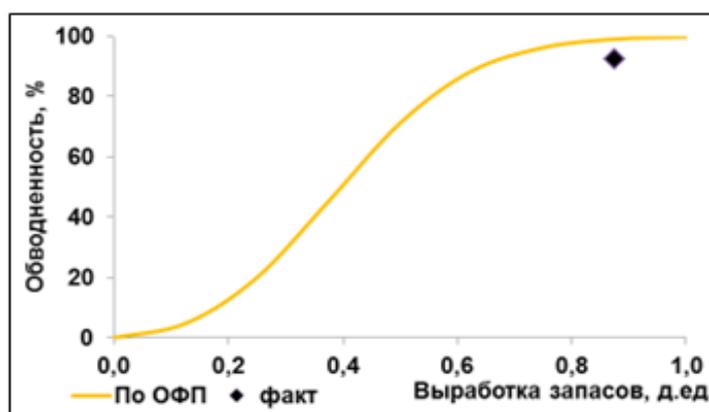
удовлетворительным, система ППД реализована достаточно эффективно и позволяет регулировать пластовое давление практически по всей площади объекта (рис.2).



**Рис. 2. Динамика пластового давления, закачки и компенсации.  
(Ельниковское и Апалихинское поднятия визейского объекта)**

### Анализ выработки остаточных запасов

С начала разработки по визейскому объекту добыто 27 714 тыс. т нефти, в 2020 г. – 430,5 тыс. т нефти, обводненность продукции составила 92,5 %, отбор от начальных извлекаемых запасов (НИЗ) – 83,9% (рис. 3).



**Рис. 3. Соотношение выработки запасов и обводненности визейского  
объекта Ельниковской площади**

По данным графика (рис. 2) доля выработки запасов находится практически в прямопропорциональной зависимости от значений обводненности. При сохранении указанной тенденции основные показатели разработки останутся без изменений при существующем фонде скважин и, вследствие этого, утвержденный КИН не будет достигнут. В связи с этим необходимо увеличение охвата залежи по площади путем бурения боковых стволов (БС), перевода скважин с других объектов (ПС), разбуривания залежей НРФ новыми скважинами [6-8]. Таким образом, были разработаны варианты разработки визейского объекта.

### **Проектируемое решение**

Стадия разработки месторождения – 4. К настоящему моменту основной объект разработки, визейский, разбурен на разрешенной территории по равномерной треугольной сетке с расстоянием между скважинами 400 м. Плотность сетки скважин по вариантам разработки составляет: 16,7 га/скв, 16,5 га/скв, 15,2 га/скв, 14,8 га/скв. Система заводнения – площадная семиточечная.

#### **Вариант 0**

Проектный срок разработки – 74 года. Накопленная добыча нефти за проектный срок разработки составит 4355 тыс.т, за весь срок разработки – 32069 тыс.т. Разработка существующим фондом скважин. Предусматривается проведение ГТМ на поддержание базовой добычи. КИН за проектный срок разработки – 0,440 д. ед. Общий фонд скважин – 328. Реализация данного варианта приведёт к положительному дисконтированному потоку наличности за проектный срок в размере 9562,8 млн. руб.

#### **Вариант 1**

Проектный срок разработки – 78 лет. Накопленная добыча нефти за проектный срок разработки составит 5098 тыс.т, за весь срок разработки –

32812 тыс.т. Предусматривает дальнейшую реализацию утвержденного варианта разработки с применением реализованной площадной системы заводнения по обращенной семиточечной схеме. Для довыработки запасов предусмотрено бурение БННС, ПНГ. Вариант характеризуется положительным ЧДД, равным 7809,5 млн. руб.

#### Вариант 2

Проектный срок разработки – 74 года. Накопленная добыча нефти за проектный срок разработки составит 5462 тыс.т, за весь срок разработки – 33176 тыс.т. Предусматривает дальнейшую разработку по утвержденному варианту с применением реализованной площадной системы заводнения по обращенной семиточечной схеме. Для довыработки запасов предлагается бурение БННС. Разработка по этому варианту позволит получить следующий результат для недропользователя: ЧДД составит 7759,8 млн. руб.

#### Вариант 3

Проектный срок разработки – 70 лет. Накопленная добыча нефти за проектный срок разработки составит 5608 тыс.т, за весь срок разработки – 33322 тыс.т. В дополнение к варианту 2 предусматривается уплотнение сетки путем бурения ННС 16 добывающих скважин. КИН за проектный срок разработки – 0,455 д. ед. Реализация данного варианта приведёт к положительному дисконтированному потоку наличности за проектный срок в размере 7564,1 млн. руб.

### **Выводы**

1. Произведен анализ выработки остаточных запасов;
2. Предложены варианты разработки и выявлен наиболее перспективный, а именно второй. Бурение 10-и (боковых наклонно-направленных стволов скважин) БННС обеспечит увеличение нефтеотдачи пласта за счет более полного охвата пласта воздействием и равномерной

выработкой запасов, увеличением площади фильтрации и вовлечением в разработку ранее не работавших продуктивных пластов. Таким образом, это позволит значительно повысить нефтеотдачу неоднородной залежи, коэффициент охвата и коэффициент извлечения нефти.

3. На 01.01.2021 накопленная добыча нефти составляет – 27714 тыс.т, а текущие извлекаемые запасы – 5307 тыс. т. Во втором варианте разработки достигается наибольшая величина прибыли предприятия ( $\Pi = 7759,8$  млн. руб.), что указывает на положительные перспективы визейского объекта разработки Ельниковской площади, Ельниковского месторождения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический проект разработки Ельниковского нефтяного месторождения (Ельниковская площадь). Ижевск, ЗАО «ИННЦ», 2014 г.
2. Дополнение к технологическому проекту разработки Ельниковского нефтяного месторождения. Ижевск: ЗАО «ИННЦ», 2016 г.
3. Пересчет запасов нефти Ельниковского месторождения Удмуртской АССР, ТатНИПИнефть, г. Бугульма, 1990 г.
4. Коренева С.М., Красноперова С.А. Геолого-геофизические особенности турнейско-заволжского объекта южного купола Шарканского месторождения // Управление техносферой: электрон. журнал, 2022. Т.5. Вып.1. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 43 – 52. DOI: 10.34828/UdSU.2022.73.76.005
5. Савельев В.А. Нефтегазоносность и перспективы освоения ресурсов нефти Удмуртской Республики. М. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. С.128 – 132.
6. РД153-39.0-109-01 «Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений». Москва, 2002 г.
7. Подсчет запасов нефти Ельниковского месторождения», ЗАО «Ижевский нефтяной научный центр», Ижевск, 2016 г.

8. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений: учеб.-метод. пособие / И.Р. Юшков, Г.П. Хижняк, П.Ю. Илюшин. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. 177 с.

Поступила в редакцию 05.05.2023

***Сведения об авторах***

*Рахимова Елена Арсеньевна*

Студент, Институт нефти и газа им. М.С. Гущериева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: [erahimova942@gmail.com](mailto:erahimova942@gmail.com)

*Красноперова Светлана Анатольевна*

кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры геологии нефти и газа Удмуртского государственного университета, 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: [krasnoperova\\_sve@mail.ru](mailto:krasnoperova_sve@mail.ru)

*E.A. Rakhimova, S.A. Krasnoperova*

## ASSESSMENT OF PRODUCTION AND RESIDUAL RESERVES BY AREA AND SECTION (THICKNESS) OF THE VISEAN OBJECT OF THE YELNIKOVSKOYE FIELD DEVELOPMENT

**Annotation.** The article deals with the problem of the development of residual reserves on the example of the Viseysky development facility of the Yelnikovsky oil field. The main complicating factors arising from the insufficient development of these reserves are the complex geological structure of this object, which is characterized by a high degree of fragmentation of interlayers and heterogeneity of reservoirs. To analyze the development of reserves, geological and geophysical studies of the studied field were carried out, based on the results of which the different nature of the displacement of oil reserves by area and section of this object was established. In this regard, it is necessary to increase the coverage of the deposit by area by drilling side shafts (BS), transferring wells from other facilities (PS), drilling deposits with new wells. To solve these problems, the article suggests recommended development options, among which the most promising one is identified on the basis of a technical and economic analysis.

**Keywords:** field, recoverable reserves, Visean object, development options, design development period, discounted state income, cumulative oil production, integral optimality index.

*For citation:* Rakhimova E.A., Krasnoperova S.A. [Assessment of production and residual reserves by area and section (thickness) of the Visean object of the Yelnikovskoye field development] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2023, vol. 6, issue 2. (In Russ.) Available at: <https://technosphere-ing.ru>/pp. 249–258. DOI: 10.34828/UdSU.2023.62.74.010.

## REFERENCES

1. *Tekhnologicheskii proekt razrabotki El'nikovskogo neftyanogo mestorozhdeniya (El'nikovskaya ploshchad')*. [Technological project for the development of the Yelnikovsky oil field (Yelnikovskaya square)]. Izhevsk, ZAO «INNTs», 2014.
2. *Dopolnenie k tekhnologicheskomu proektu razrabotki El'nikovskogo neftyanogo mestorozhdeniya*. [Supplement to the technological project for the development of the Yelnikovsky oil field]. Izhevsk: ZAO «INNTs», 2016.
3. *Pereschet zapasov nefiti El'nikovskogo mestorozhdeniya Udmurtskoi ASSR* [Recalculation of oil reserves of the Yelnikovsky field of the Udmurt ASSR], TatNIPIneft', Bugul'ma, 1990.
4. Koreneva S.M., Krasnoperova S.A. Geologo-geofizicheskie osobennosti turneisko-zavolzhskego ob'ekta yuzhnogo kupola Sharkanskogo mestorozhdeniya [Geological and geophysical features of the tournaisian-zavolzhsky target of the southern dome of the sharkan

- field]. *Upravlenie tekhnosferoi: elektron. zhurnal*, 2022, vol. 5, issue 1. Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 43–52. (In Russ.). DOI: 10.34828/UdSU.2022.73.76.005.
5. Savel'ev V.A. *Neftegazonosnost' i perspektivy osvoeniya resursov nefti Udmurtskoi Respubliki*. [Oil and gas potential and prospects for the development of oil resources of the Udmurt Republic]. Moscow. Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2003, pp.128 – 132. (In Russ.).
  6. RD153-39.0-109-01 *Metodicheskie ukazaniya po kompleksirovaniyu i etapnosti vypolneniya geofizicheskikh, gidrodinamicheskikh i geokhimicheskikh issledovaniy neftyanykh i neftegazovykh mestorozhdenii* [Methodological guidelines for the integration and staging of geophysical, hydrodynamic and geochemical studies of oil and oil and gas fields], Moscow, 2002.
  7. *Podschet zapasov nefti El'nikovskogo mestorozhdeniya*, [Recalculation of oil reserves of the Yelnikovsky field of the Udmurt ASSR], Izhevsk: ZAO «Izhevskii neftyanoi nauchnyi tsentr», 2016.
  8. Yushkov I.R., Khizhnyak G.P., Ilyushin P.Yu. *Razrabotka i ekspluatatsiya neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii: ucheb.-metod. posobie* [Development and operation of oil and gas fields: studies.- method. manual], Perm: Izd-vo Perm. nats. issled. politekhn. un-ta, Publ., 2013, 177 p.

Received 05.05.2023

### ***About the Authors***

*Rakhimova Elena Arsenyevna*

Student, Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutseriev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, University st., 1, Izhevsk, Russia.

E-mail: [erahimova942@gmail.com](mailto:erahimova942@gmail.com)

*Krasnoperova Svetlana Anatolyevna*

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Oil and Gas, Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutseriev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, University st., 1, Izhevsk, Russia.

E-mail: [krasnoperova\\_sve@mail.ru](mailto:krasnoperova_sve@mail.ru)