

***Корепанова Кристина Николаевна***

*магистрант, Удмуртский Государственный университет, г. Ижевск*

***Korepanova Krestina Nikolaevna***

*Graduate Student, Udmurt State University, Izhevsk*

**АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НА  
МЕСТОРОЖДЕНИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**Аннотация**

В статье проводится анализ технико-экономической эффективности методов увеличения нефтеотдачи (МУН), применяемых на зрелом месторождении Удмуртской Республики. В промышленной разработке на данном месторождении находятся четырех объекта: верейский, башкирский, визейский, турнейский. Рассмотрена эффективность по каждому объекту разработки применяемых МУН и способов интенсификации добычи нефти (ИДН), отмечены показатели удельной эффективности и суммарной дополнительной добычи нефти. На основе анализа технологической эффективности МУН и ИДН рассчитаны основные экономические показатели NPV, PI и DPP.

**Annotation**

The article analyzes the technical and economic efficiency of enhanced oil recovery methods (EOR) used in the mature field of the Udmurt Republic. The field consists of four production facilities: Vereisky, Bashkir, Vizeysky, and Turnaysky. The article examines the efficiency of EOR and oil production intensification methods (OPIM) for each production facility, and calculates the specific efficiency and total additional oil production. Based on the analysis of the technological efficiency of EOR and OPIM, the main economic indicators of NPV, PI, and DPP are calculated.

**Ключевые слова:** методы увеличения нефтеотдачи, зрелое месторождение, дополнительная добыча нефти, чистая приведенная стоимость (NPV), индекс рентабельности (PI), срок окупаемости (DPP)

**Keywords:** enhanced oil recovery methods, mature field, additional oil production, net present value (NPV), profitability index (PI), payback period (DPP)

Месторождение введено в промышленную разработку с 1973 г. Промышленная нефтеносность месторождения установлена в карбонатных пластах каширского горизонта, верейского горизонта, башкирского яруса среднего карбона, терригенных пластах визейского яруса, карбонатных пластах турнейского яруса нижнего карбона, заволжского горизонта фаменского яруса верхнего девона.

Свойства добываемой жидкости рассматриваемого месторождения представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Свойства добываемой жидкости месторождения.

Объект	Вязкость нефти, мПа*с	Кпр, мкм <sup>2</sup>	Кп, д.ед.	Кн, д.ед.	КИН
Верейский	16,6	0,198	0,18	0,76	0,410
Башкирский	17,4	0,162	0,14	0,72	0,403
Визейский	25,8	0,574	0,20	0,73	0,422
Турнейский	65,4	0,280	0,16	0,8	0,403
Каширский	29,2	0,0065	0,14	0,6	0,190

Условно всю историю разработки месторождения можно разделить на пять этапов.

I этап с 1973 по 1985 год. Этап интенсивного разбуривания. Всего к концу первого этапа пробурено 816 скважин. Характеризуется ростом добычи нефти и жидкости, сопровождающийся ростом обводненности продукции.

II этап с 1986 по 1990 год. Этап характеризуется стабильной максимальной добычи нефти на уровне 1,1 млн. т. Усиливается система ППД на объектах разработки, продолжается интенсивное разбуривание верейского объекта.

III этап с 1991 года по 1997 год. Наблюдается ежегодное снижение объемов добычи в среднем около 6 % в год, связанное с равномерным падением добычи нефти по всем объектам разработки.

IV этап с 1998 года по 2012 год. Увеличение годовой добыча нефти и ее стабилизация на уровне 950-1000 тыс. т, в этот период идет внедрение горизонтального бурения на турнейском объекте.

V этап с 2013 года. Наблюдается стабилизация до 2018 года, затем падение на 13 % в 2019 году и на 25 % в 2020 – связанное с ограничениями добычи нефти странами ОПЕК. Годовая добыча нефти снизилась в два раза по сравнению с максимальной.

Рациональная разработка нефтяных месторождений включает в себя применение различных методов воздействия на пласт и призабойную зону пласта, направленных на максимально эффективное и экономически рентабельное извлечение нефти и бесперебойную работу глубинно-насосного оборудования. За 5 лет на месторождении выполнено 598 мероприятий по увеличению нефтеотдачи на добывающем фонде скважин. Среди применяемых технологий отмечены: ввод скважин из бездействия и консервации (ВБД), гидроразрыв пласта (ГРП), перфорационные работы (ДП), зарезка боковых стволов (ЗБС), обработка призабойной зоны пласта (ОПЗ), оптимизация механизированного фонда (ИДН), переход на другой объект и внедрение оборудования для ОРЭ (ПиП), ремонтно-изоляционные работы (РИР). Дополнительная добыча нефти от мероприятий составила 212,6 тыс.т. или 7,4% от суммарной добычи нефти за анализируемый период. Распределение дополнительной добычи нефти по видам ГТМ и их удельная эффективность графически изображены на рисунке 1. На рисунке 2 изображено распределение дополнительной добычи нефти по объектам разработки

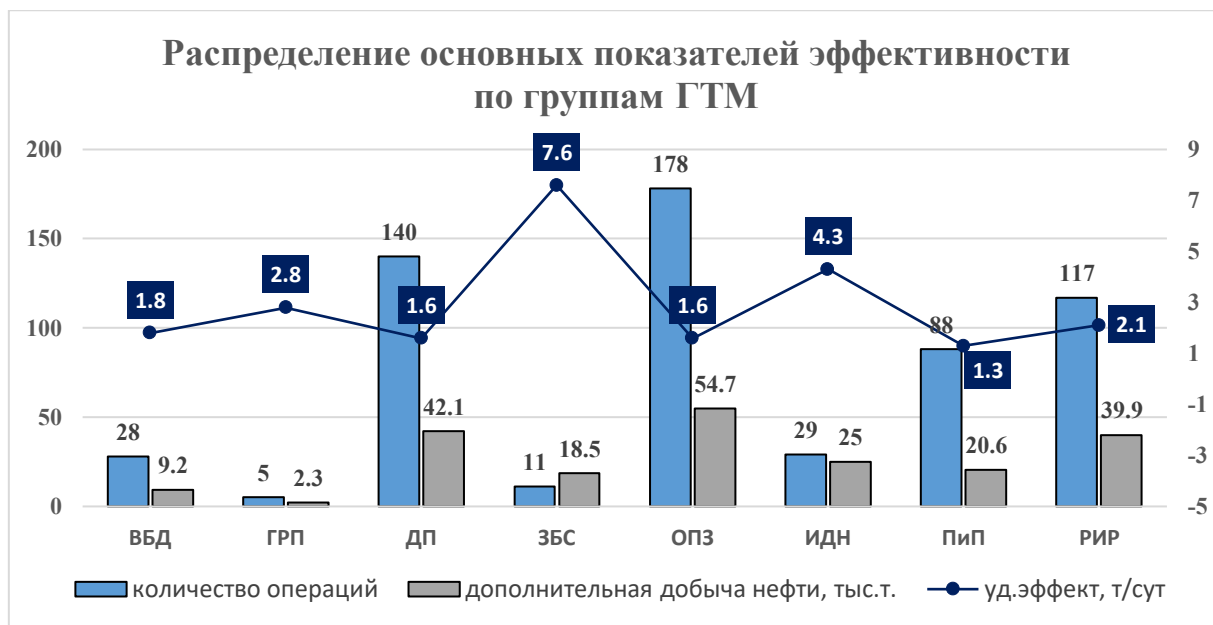


Рис.1 – Динамика количества и видов ГТМ

Самыми высокоэффективными оказались мероприятия по ЗБС (удельная эффективность +7,6 т/сут). К низкоэффективным относятся ДП, ОПЗ и ПиП (удельная эффективность по +1,6 т/сут для ДП и ОПЗ, +1,0,3 т/сут для ПиП). Наиболее многочисленными на месторождении оказались ОПЗ (178 мероприятий) и ДП (140 мероприятия).

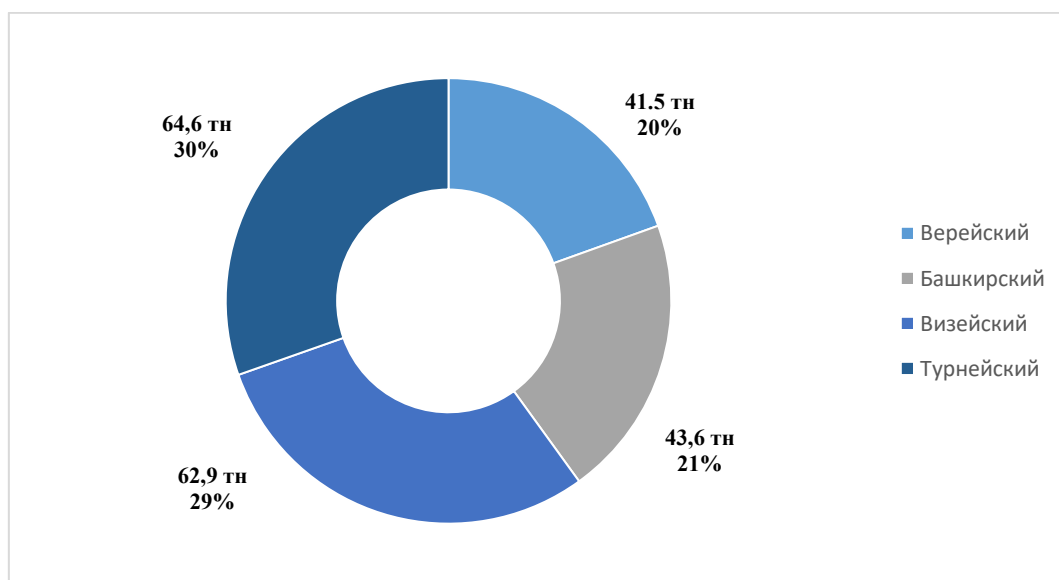


Рис. – Распределение дополнительной добычи нефти по объектам разработки

Из рисунка видно, что больше остальных дополнительную добычу нефти обеспечивают визейский и турнейский объекты. Несмотря на то, что больше всего мероприятий проведено на башкирском объекте, дополнительная добыча составляет всего лишь 21% от дополнительной добычи за счет ГТМ

месторождения. Исходя из данных диаграммы, можно сказать, что турнейский объект самый эффективный с точки зрения проведения ГТМ.

Для оценки экономической эффективности проектов МУН на объектах месторождения были рассчитаны основные экономические показатели (таблица 1): чистая приведенная стоимость (NPV), индекс рентабельности (PI) и срок окупаемости (DPP).

Таблица 2

Экономические показатели проектов МУН по объектам разработки месторождения.

№	МУН	Верейский	Башкирский	Визейский	Турнейский
1.	ВБД				
	NPV, млн.руб	3,29	4,21	6,66	7,10
	PI	3,03	3,60	5,11	5,38
	DPP, мес.	1	1	1	1
2.	ГРП				
	NPV, млн.руб	3,22	не проводилось		
	PI	1,77			
	DPP, мес.	3			
3.	ДП				
	NPV, млн.руб	5,56	2,72	5,13	10,25
	PI	5,10	3,01	4,78	8,56
	DPP, мес.	1	2	1	1
4.	ЗБС				
	NPV, млн.руб	-27,94	36,70	-23,02	29,83
	PI	0,42	1,76	0,52	1,62
	DPP, мес.	16	4	15	5
5.	ОПЗ				
	NPV, млн.руб	4,56	3,71 Р	7,63 Р	7,88 Р
	PI	5,15	4,37	7,94	8,17
	DPP, мес.	1	1	1	1
6.	ИДН				
	NPV, млн.руб	5,94	20,67	12,49	23,91
	PI	24,19	81,75	49,78	94,40
	DPP, мес.	0	0	0	0
7.	ПиП				
	NPV, млн.руб	3,22	-0,44	1,88	0,07
	PI	1,77	0,89	1,45	1,02
	DPP, мес.	3	8	4	5
8.	РИР				
	NPV, млн.руб	5,49	3,40	8,57	8,15
	PI	5,99	4,09	8,79	8,41
	DPP, мес.	1	1	1	1

Отрицательное значение NPV по ЗБС на Турнейском и Визейском объекте можно связать с ошибкой потенциала при выборе скважин-кандидатов, то есть планируемая дополнительная добыча нефти превышает фактический прирост нефти. Как следствие зарезка боковых стволов на этих объектах не окупает затраты и является экономически невыгодным мероприятием.

Для верейского объекта самыми экономически эффективными мероприятиями являются ИДН, РИР и ОПЗ, для башкирского – ИДН и ОПЗ, для визейского – ИДН, РИР и ОПЗ, турнейского – ИДН, ДП, РИР. В целом по месторождению самый большой эффект от реализации имеет оптимизация механизированного фонда. Суммарный NPV этого проекта составляет 63,01 млн.руб., средний индекс доходности 62,53 и срок окупаемости менее 1 месяца.

Экономические показатели всех проектов МУН по объектам показаны на рисунке 3. Наибольший суммарный NPV по всем проектам МУН приходится на турнейский объект (57,36 млн.руб), наименьший на Верейский (31,28 млн.руб).

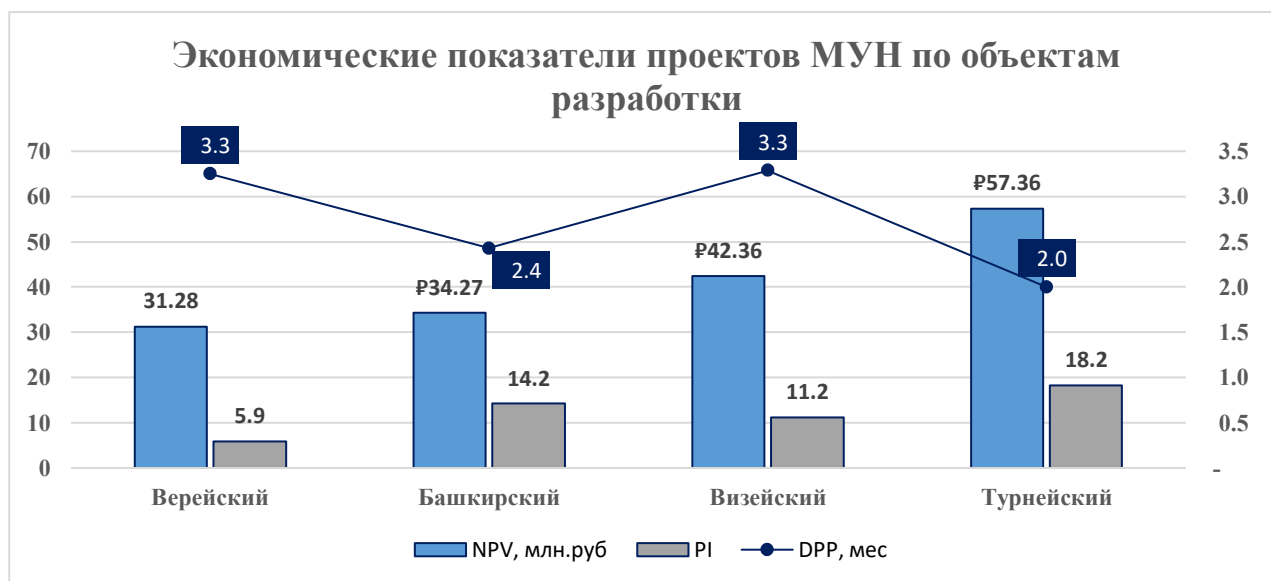


Рис.3 – Экономические показатели проектов МУН по объектам разработки.

Рассмотрев технологическую и экономическую эффективность проектов МУН по объектам разработки на месторождении Удмуртской Республики можно сделать следующие выводы:

1. Самыми высокоэффективными по дополнительной добыче нефти оказались мероприятия по ЗБС. К низкоэффективным относятся ДП, ОПЗ и ПиП.

2. Самыми высокоэффективными по экономическим показателям – оказалось мероприятие по оптимизации механизированного фонда. К низкоэффективным относятся ЗБС и ПиП.

3. Наиболее многочисленными на месторождении оказались ОПЗ (178 мероприятий) и ДП (140 мероприятия).

4. Больше остальных дополнительную добычу нефти обеспечивают визейский и турнейский объекты.

5. Для верейского объекта самыми экономически эффективными мероприятиями являются ИДН, РИР и ОПЗ, для башкирского – ИДН и ОПЗ, для визейского – ИДН, РИР и ОПЗ, турнейского – ИДН, ДП, РИР. На месторождении самый большой эффект от реализации приходится на ИДН.

6. По технологической и экономической эффективности наилучшим является турнейский объект разработки.

### **Литература**

1. Сургучев М.Л. Методы извлечения остаточной нефти. – М.: Недра, 1991;
2. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – М.: Недра, 1985.
3. Кудинов В. И. Основы нефтегазопромыслового дела: учеб. для вузов по направлению "Нефтегазовое дело" рек. МО РФ / В. И. Кудинов. - Москва: Ин-т компьютер. исслед.; Ижевск: Удмуртский университет, 2008. - 727 с
4. Дополнение к Технологической схеме разработки X нефтяного месторождения Удмуртской республики: Отчет/ ЗАО «ИННЦ». – Ижевск, 2021.
5. Желтов Ю. П. Разработка нефтяных месторождений: учебник для вузов обуч. по спец. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» рек. МО РФ / Ю. П. Желтов. - М.: Недра, 1998. – 364 с

### **Literature**

1. Surguchev M.L. Methods of Extraction of Residual Oil. – М.: Nedra, 1991;

2. Surguchev M.L. Secondary and Tertiary Methods of Increasing Oil Recovery from Reservoirs. – M.: Nedra, 1985.
3. Kudinov V. I. Fundamentals of Oil and Gas Field Development: Textbook. for Universities in the Direction of "Oil and Gas Field" Req. MO RF / V. I. Kudinov. - Moscow: In-t of Computer. research; Izhevsk: Udmurt University, 2008. - 727 p.
4. Supplement to the Technological Scheme for the Development of the Kh Oil Field in the Udmurt Republic: Report/ ZAO INNTs. – Izhevsk, 2021.
5. Zheltov Yu. P. Development of Oil Fields: Textbook for Universities of Training. on special. "Development and Operation of Oil and Gas Fields" rek. MO RF / Yu. P. Zheltov. - M.: Nedra, 1998. – 364 p