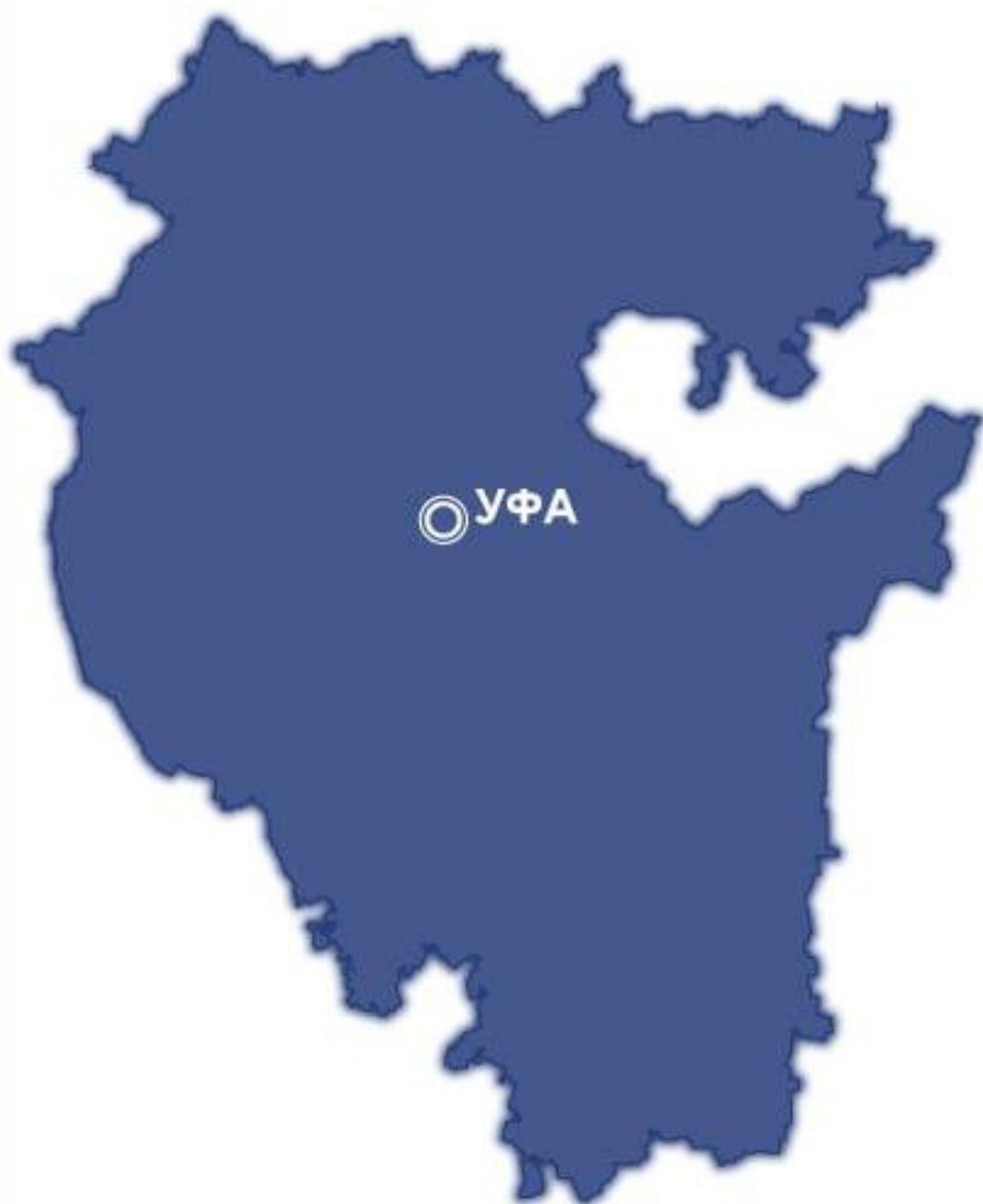


# ГЕОЛОГИЯ

**АКАДЕМИЯ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**



**Известия Отделения наук  
о Земле и природных ресурсов**

Сетевое издание  
Учредитель и издатель:  
ГБНУ «Академия наук  
Республики Башкортостан»

Online edition  
Founder and Publisher:  
GBNU "Academy of Sciences  
Republic of Bashkortostan"

**Геология. Известия  
Отделения наук о Земле  
и природных ресурсов**

**Geology. Proceedings  
of the Department  
of Earth Sciences  
and Natural Resources**

**16+**

№ 3 (32), 2023  
ЭЛ № ФС 77 – 85908 от 18.09.2023  
Роскомнадзор (г.Москва)  
ISSN 2949-4052  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-1

**16+**

№ 3 (32), 2023  
EL No. FS 77 – 85908 dated 09/18/2023  
Roskomnadzor (Moscow)  
ISSN 2949-4052  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-1

**Уфа  
2023**

---

*Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов / Geology.  
Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources, 2023, № 3 (32)*

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

**ВАЛИУЛЛИН Рим Абдуллович**, академик-секретарь Отделения наук о Земле и нефтегазовых технологий ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», академик Академии наук Республики Башкортостан; заведующий кафедрой геофизики ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

### ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**КУЗНЕЦОВА Альфия Рашитовна**, начальник отдела по подготовке научных журналов ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», доктор экономических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

**МАСАГУТОВ Рим Хакимович**, член-корреспондент Академии наук Республики Башкортостан, ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», АО НПФ «Геофизика», доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный геолог Республики Башкортостан, заслуженный геолог Российской Федерации, г. Уфа, Российская Федерация

**САВЕЛЬЕВ Дмитрий Евгеньевич**, ведущий научный сотрудник, Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**АНДРЕЕВ**  
Вадим Евгеньевич

Член-корреспондент Академии наук Республики Башкортостан, ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

**БЕЛОГУБ**  
Елена Витальевна

Заместитель директора по научной работе, ФГБУН «Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии Уральского отделения Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, доцент, г. Миасс, Челябинская область, Российская Федерация

**БРУСНИЦЫН**  
Алексей Ильич

Заведующий кафедрой минералогии Института наук о Земле, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

**ВИКЕНТЬЕВ**  
Илья Владимирович

Главный научный сотрудник ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, минералогии, петрографии и геохимии Российской Академии наук, доктор геолого-минералогических наук, г. Москва, Российская Федерация

**ЗНАМЕНСКИЙ**  
Сергей Евгеньевич

Заведующий лабораторией палеовулканологии и металлогении, Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация

**ИБЛАМИНОВ**  
Рустем  
Гильбрахманович

Заведующий кафедрой минералогии и петрографии, ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Пермь, Российская Федерация

- КАЗАНЦЕВА**  
Тамара Тимофеевна  
Академик Академии наук Республики Башкортостан, ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан»; главный научный сотрудник, Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация
- КИСИН**  
Александр Юрьевич  
Заведующий лабораторией геохимии и рудообразующих процессов, ФГБУН Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской Академии наук, доктор геолого-минералогических наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация
- КИСЛОВ**  
Евгений  
Владимирович  
Ведущий научный сотрудник ФГБУН Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, кандидат геолого-минералогических наук, г. Улан-Уде, Российская Федерация
- КНЕЛЛЕР**  
Леонид Ефимович  
Профессор кафедры разведки и разработки нефтяных и газовых скважин, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г. Октябрьский), научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт геофизических исследований геологоразведочных скважин (г. Октябрьский), доктор технических наук, профессор, г. Октябрьский, Российская Федерация
- КОВАЛЕВ**  
Сергей Григорьевич  
Директор Института геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация
- КОТЕНЕВ**  
Юрий Алексеевич  
Заведующий кафедрой «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация
- ЛОБАНКОВ**  
Валерий  
Михайлович  
Профессор кафедры «Геофизические методы исследований», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация
- МУСТАФИН**  
Сабир Кабирович  
Профессор кафедры геологии, гидрометеорологии и геоэкологии, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация
- ПОПКОВ**  
Василий Иванович  
Профессор кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Краснодар, Российская Федерация
- ПРИЩЕПА**  
Олег Михайлович  
Заведующий кафедрой геологии нефти и газа, ФГБОУ ВО «Санкт-петербургский горный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
- ПУЧКОВ**  
Виктор Николаевич  
Главный научный сотрудник Института геологии и геохимии Уральского Отделения Российской академии наук, член-корреспондент Российской Академии наук, доктор геолого-минералогических наук, г.Екатеринбург, Российская Федерация  
член

**САВЕЛЬЕВ**  
Виктор Алексеевич

Заведующий кафедрой «Геология нефти и газа», Институт нефти и газа им. М.С. Гущериева, доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Ижевск, Российская Федерация

**УСПЕНСКИЙ**  
Борис Вадимович

Заведующий кафедрой геологии нефти, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Казань, Российская Федерация

**ЧАЙКОВСКИЙ**  
Илья Иванович

Заведующий лабораторией геологии месторождений полезных ископаемых, ФГБУН «Горный институт» Уральского отделения Российской академии наук доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Пермь, Российская Федерация

**ЧЕРНЫШОВ**  
Алексей Иванович

Заведующий кафедрой петрографии Геолого-географического факультета, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Томск, Российская Федерация  
Профессор кафедры геофизики, ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор технических наук, профессор, г. Пермь, Российская Федерация

**ШУМИЛОВ**  
Александр  
Владимирович

**Международная редакционная коллегия:**

**АЖГАЛИЕВ**  
Дулат Калимович

Руководитель научного центра по геологии, геофизике и геохимии, Некоммерческое акционерное общество «Атырауский университет нефти и газа им. Сафи Утебаева», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Атырау, Республика Казахстан

**ЖОЛТАЕВ** Герой  
Жолтаевич

Директор ТОО «Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Алматы, Республика Казахстан

**Технический редактор Курманова Л.И.**

Журнал выходит 4 раза в год.

Адрес учредителя, редакции и издателя: 450008, г. Уфа, ул. Кирова, 15.

Тел./Факс: +7 (347) 276-40-77.

Электронная почта: [geology-akademia@vandex.ru](mailto:geology-akademia@vandex.ru)

© ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», 2023

∞ ∞ ∞

**Научные специальности, по которым публикуются статьи в сетевом издании  
«Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов»**

1.6.1 Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика

1.6.3 Петрология, вулканология

1.6.4 Минералогия, кристаллография. Геохимия. Геохимические методы поисков полезных ископаемых.

1.6.6 Гидрогеология

1.6.9 Геофизика

1.6.10 Геология, поиск, разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

1.6.11 Геология, поиск, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

1.6.21 Геоэкология

2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

2.8.4 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

## THE EDITORIAL BOARD OF THE REVIEWED SCIENTIFIC PUBLICATION

**Editor-in-Chief:** **VALIULLIN** Rim Abdulloevich, Academician-Secretary of the Department of Earth Sciences and Oil and Gas Technologies, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan; Head of the Department of Geophysics, Ufa University of Science and Technology, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation

**Deputy Editor-in-Chief:** **KUZNETSOVA** Alfiya Rashitovna, Head of the Department for the preparation of scientific journals, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Doctor of Economics, Professor, Ufa, Russian Federation

**MASAGUTOV** Rim Khakimovich, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Honored Geologist of the Republic of Bashkortostan, Honored Geologist of the Russian Federation, Ufa, Russian Federation

**SAVELYEV** Dmitry Evgenievich, Leading Researcher of the Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Ufa, Russian Federation

### EDITORIAL BOARD:

**ANDREEV**  
**Vadim**  
**Evgenievich** Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation

**BELOGUB**  
**Elena Vitalievna** Deputy Director for Research, FSBSI "South Ural Federal Scientific Center for Mineralogy and Geoecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Miass, Chelyabinsk Region, Russian Federation

**BRUSNITSYN**  
**Alexey Ilyich** Head of the Department of Mineralogy, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, St. Petersburg, Russian Federation

**VIKENT'EV**  
**Ilya Vladimirovich** Chief Researcher, Institute of Geology of Ore Deposits, Mineralogy, Petrography and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Moscow, Russian Federation

**ZNAMENSKY**  
**Sergey Evgenievich** Head of the Laboratory of Paleovolcanology and Metallogeny, Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geology and Mineralogy, Ufa, Russian Federation

**IBLAMINOV**  
**Rustem**  
**Gilbrakhmanovich** Head of the Department of Mineralogy and Petrography, Perm State National Research University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Perm, Russian Federation

**KAZANTSEVA**  
**Tamara**  
**Timofeevna** Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan"; Chief Researcher, Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geology and Mineralogy, Ufa, Russian Federation

<b>KISIN Alexander Yurievich</b>	Head of the Laboratory of Geochemistry and Ore Forming Processes, Institute of Geology and Geochemistry named after V.I. acad. A.N. Zavaritsky Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation
<b>KISLOV Evgeny Vladimirovich</b>	Leading Researcher, Geological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Ulan-Ude, Russian Federation
<b>KNELLER Leonid Efimovich</b>	Professor of the Department of Exploration and Development of Oil and Gas Wells, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Petroleum Technological University" (branch in Oktyabrsky), Research and Design Institute for Geophysical Research of Geological Exploration Wells, Doctor of Technical Sciences, Professor, Oktyabrsky, Russian Federation
<b>KOVALEV Sergey Grigorievich</b>	Director of the Institute of Geology of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation
<b>KOTENEV Yuri Alekseevich</b>	Head of the Department "Geology and Exploration of Oil and Gas Fields", FSBEI HE "Ufa State Petroleum Technological University", Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation
<b>LOBANKOV Valery Mikhailovich</b>	Professor of the Department of Geophysical Methods of Research, FSBEI HE "Ufa State Petroleum Technological University", Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation
<b>MUSTAFIN Sabir Kabirovich</b>	Professor of the Department of Geology, Hydrometeorology and Geoecology, Ufa University of Science and Technology, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation
<b>POPKOV Vasily Ivanovich</b>	Professor of the Department of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnics, Kuban State University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Krasnodar, Russian Federation
<b>PRISHCHEPA Oleg Mikhailovich</b>	Head of the Department of Geology of Oil and Gas, St. Petersburg Mining University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, St. Petersburg, Russian Federation
<b>PUCCHKOV Viktor Nikolaevich</b>	Chief Researcher of the Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation
<b>SAVELYEV Viktor Alekseevich</b>	Head of the Department "Geology of Oil and Gas", Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutserieva, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Izhevsk, Russian Federation
<b>SNACHEV Aleksandr Vladimirovich</b>	Leading Researcher of the Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Ufa, Russian Federation
<b>USPENSKY Boris Vadimovich</b>	Head of the Department of Petroleum Geology, Kazan (Volga Region) Federal University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Kazan, Russian Federation
<b>CHAIKOVSKY Ilya Ivanovich</b>	Head of the Laboratory of Geology of Mineral Deposits of the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Perm, Russian Federation

**CHERNYSHOV**  
**Alexey Ivanovich**

Head of the Department of Petrography of the Faculty of Geology and Geography, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Tomsk, Russian Federation

**SHUMILOV**  
**Aleksandr**  
**Vladimirovich**

Professor of the Department of Geophysics, Perm State National Research University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Perm, Russian Federation

**INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:**

**AZH GALIEV**  
**Dulat Kalimovich**

Head of the Scientific Center for Geology, Geophysics and Geochemistry Non-profit joint-stock company «Atyrau University of Oil and Gas named after Safi Utebaev», Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Atyrau, Republic of Kazakhstan

**ZHOLTAEV Hero**  
**Zholtaevich**

Director of LLP "Institute of Geological Sciences named after. K. I. Satpaeva, doctor of geological and mineralogical sciences, Professor, Almaty, Republic of Kazakhstan

Technical editor Kurmanova L.I.

The scientific journal is published 4 times a year.

**Editorial office:** 450008, Ufa, ul. Kirova, 15. Tel. / Fax: +7 (347) 276-40-77.

E-mail: [geology-akademia@yandex.ru](mailto:geology-akademia@yandex.ru)

© GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", 2023

**СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ**  
**«Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов»**  
**СОДЕРЖАНИЕ № 3 (32) 2023**

**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

- Лозин Евгений Валентинович, Тарнаева Юлия Дмитриевна*  
О КЛАССИФИКАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЯХ РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ ТРИЗ (НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАШКОРТОСТАНА)  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-11-19 11
- Попков Василий Иванович, Попков Иван Васильевич*  
ПОРОДЫ ФУНДАМЕНТА И ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПРИРОДА КАРАБОГАЗСКОГО ГЕОБЛОКА ЗАПАДА ТУРАНСКОЙ ПЛИТЫ  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-20-37 20
- Чудинова Дарья Юрьевна, Котенёв Артем Юрьевич, Махныткин Евгений Михайлович, Чиликин Виктор Максимович, Климин Руслан Валерикович*  
ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-38-51 38
- Шабрин Никита Владиславович, Никифоров Виталий Викторович, Шарафутдинов Айдар Рафисович, Котенёв Максим Юрьевич, Климин Руслан Валерикович*  
КРИТЕРИИ ПОИСКА НОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В КОРЕ ВЫВЕТРИВАНИЯ ДОЮРСКОГО ФУНДАМЕНТА ШАЙМСКОГО НГР  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-52-67 52
- Абдрахманов Ильдус Бариевич, Валеев Фарид Абдуллоевич, Файзуллина Лилия Халитовна, Тагиров Артур Ринатович*  
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ К СИНТЕЗАМ ЛАКТОНОВ ИЗ УГЛЕВОДОВ  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-68-81 68
- Кузнецов Александр Игоревич*  
ФОРМИРОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПО ВИДАМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ИХ УТИЛИЗАЦИЯ  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-82-97 82

**ONLINE EDITION**  
**"Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences**  
**and Natural Resources"**  
**CONTENTS № 3 (32) 2023**

**EARTH SCIENCES**

- Lozin Evgeniy Valentinovich, Tarnaeva Yulia Dmitrievna*  
ON THE CLASSIFICATION AND TECHNOLOGIES OF EXPLORATION AND  
DEVELOPMENT OF TRIZ (BASED ON THE EXAMPLE OF OIL FIELDS OF  
BASHKORTOSTAN)  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-11-19 **11**
- Popkov Vasily Ivanovich, Popkov Ivan Vasilievich*  
BASEMENT ROCKS AND TECTONIC NATURE OF THE KARABOGAZ GEOBLOCK  
OF THE WESTERN TURAN PLATE  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-20-37 **20**
- Chudinova Daria Yuryevna, Kotenev Artem Yuryevich, Makhnytkin Evgeny Mikhailovich,  
Chilikin Viktor Maksimovich, Klimin Ruslan Valerikovich*  
INFLUENCE OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF PRODUCTIVE SEDIMENTS OF  
THE MIDDLE PRIOBIE FIELDS ON THE EFFECTIVENESS OF GEOLOGICAL AND  
TECHNICAL MEASURES  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-38-51 **38**
- Shabrin Nikita Vladislavovich, Nikiforov Vitaly Viktorovich, Sharafutdinov Aidar  
Rafisovich, Kotenev Maxim Yurievich, Klimin Ruslan Valerikovich*  
CRITERIA FOR SEARCHING NEW OIL DEPOSITS IN THE WEATHERING CRUST OF  
THE PRE-JURASSIC FOUNDATION OF THE SHAIM OGR  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-52-67 **52**
- Abdrakhmanov Ildus Barievich, Valeev Farid Abdullovich, Faizullina Liliya Khalitovna,  
Tagirov Artur Rinatovich*  
GENERAL PRINCIPLES AND APPROACHES TO SYNTHESIS OF LACTONES FROM  
CARBOHYDRATES  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-68-81 **68**
- Kuznetsov Alexander Igorevich*  
FORMATION OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE BY TYPE OF  
ECONOMIC ACTIVITY IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THEIR DISPOSAL  
DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-82-97 **82**

DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-11-19

УДК 553.9:338.45

## О КЛАССИФИКАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЯХ РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ ТРИЗ (НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАШКОРТОСТАНА)

© Лозин Евгений Валентинович, © Тарнаева Юлия Дмитриевна

ООО «РН-БашНИПИнефть»,  
Уфа, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема, связанная с закономерным возрастанием доли трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ) в общем балансе их прироста по мере истощения активных запасов. Данная проблема не нова, но игнорирование общей негативной тенденции за счёт роста ТРИЗ вызывает необходимость разработки соответствующей политики оптимизации экономики нефтедобывающего производства, рентабельность которого испытывает тенденцию к снижению. В мировой практике для описанной ситуации применяются два основных направления: 1) приобретение новых активов в других регионах, в том числе и зарубежных и 2) разработка рациональной фискальной политики, позволяющей законодательно улучшать экономику или поддерживать её на достигнутом уровне. В классификации ТРИЗ для нефтяных месторождений Башкортостана выделяются два класса: терригенные и карбонатные коллектора, различающиеся структурой и материалом порового пространства, ФЕС и положением в геологическом разрезе. В классе терригенных коллекторов в основу выделения ТРИЗ принимается положение внешних кольцевых областей ВНЗ, контролируемых изопакитами ниже 3,0 м; зоны глинистых тонких коллекторов, примыкающих к алевролитовым телам, а также залежи, насыщенные нефтями повышенной и высокой вязкости. К ТРИЗ относятся более 95% карбонатных коллекторов, за исключением высокопористых (более 20%) и проницаемых (более 150 мкм<sup>2</sup>) коллекторов независимо от вязкости нефти. Авторами выполнено исследование структуры прироста запасов нефти за период 2009-2022 гг., которое подтверждает, что состояние остаточных запасов нефти на практически стабильном уровне обеспечивается преимущественным вводом ТРИЗ в активную разработку. Намечился тренд существенного возрастания доли карбонатов в общем приросте запасов углеводородов – до 78%. Показано, что основными методами активизации разработки ТРИЗ являются уплотняющее бурение (преимущественно ГС) и ГРП новейших модификаций.

**Ключевые слова:** классификация, запасы нефти, трудноизвлекаемые запасы, баланс запасов, технологии, оптимизация.

## CLASSIFICATION AND TECHNOLOGY FOR HTR RESERVE EXPLORATION AND DEVELOPMENT (BASHKORTOSTAN OIL FIELDS CASE STUDY)

© Lozin Evgeniy Valentinovich, © Tarnaeva Yulia Dmitrievna

RN-BashNIPIneft LLC  
Ufa, Russian Federation

**Summary.** The problem reviewed in this paper is related to the predictable increase in the share of hard-to-recover (HTR) reserves in the overall balance of their increase as active reserves become depleted. This problem is not new; but ignoring the general negative trend due to the increase in HTR

drives the need in a policy to be developed for optimization of the oil production economics, which profitability tends to decrease. In the global practice, two main approaches are used to address the above-described situation: 1) acquisition of new assets in other regions including foreign ones, and 2) development of a rational fiscal policy that allows to legislatively improve the economy or maintain it at the achieved level. There are two classes in the HTR classification for oil fields in Bashkortostan: terrigenous and carbonate reservoirs of different structures and pore space materials, porosity and permeability properties, and positions in the geological section. In the class of terrigenous reservoirs, the HTR identification is based on the position of the outer annular regions in the oil-water zone, which are controlled by isopach lines below 3.0 meters; zones of thin clay reservoirs adjacent to siltstone bodies, as well as deposits saturated with higher and high viscosity oils. HTR include more than 95 % of carbonate reservoirs except for highly porous (more than 20%) and permeable (more than  $150 \mu\text{m}^2$ ) reservoirs, regardless of oil viscosity. The authors completed a survey in the structure of oil reserve increase for 2009–2022, which confirms that the status of residual oil reserves is maintained at a virtually stable level predominantly due to the introduction of HTR into the active development portfolio. There has been a trend towards a significant increase in the share of carbonates in the total increase in hydrocarbon reserves: up to 78 percent and more. We have shown that the main methods of HTR development intensification are infill drilling (primarily horizontal wells) and hydraulic fracturing of the latest modifications.

**Key words:** classification, research of oil, hardly oil research, research's balance, technology. optimization.

**Введение.** О классификации ТРИЗ. В терригенных коллекторах основными вместилищами открытых запасов нефти (нефтегазоносными комплексами) являются терригенная толща девона и терригенная толща нижнего карбона (ТТНК), содержащие 88% суммарных первоначальных НИЗ региона.

На рисунке 1 представлена авторская (одного из авторов статьи) классификация трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) нефти для условий нефтяных месторождений верхнего палеозоя Башкортостана, предложенная ещё в [1]. В её основе выделение внутри двух основных классов (терригенных и карбонатных) нескольких подклассов, связанных с основными нефтегазоносными комплексами.

**Основная часть.** В пределах указанных терригенных толщ к ТРИЗ относятся:

- запасы нефти в кольцевых зонах крупных нефтяных месторождений, заключенных между первоначальным внешним контуром нефтеносности и изопахитой 2,0 м [1]. В этих зонах коллектора, как правило, представлены глинистыми песчаниками с ухудшенными ФЕС: пористость 16-18 %, проницаемость ниже  $50-100 \text{ мкм}^2$ . Первоначальные нефтенасыщенные толщины (до 2,0 м) по отношению к общим эффективным толщинам занимают не более 20%. Нефть из указанных областей не вырабатывается, что подтверждается многочисленными ГИС в процессе разработки, фиксирующими ВНК на первоначальном уровне [2-4 и др.]:

# Классы коллекторов

	Терригенные		Карбонатные					
	Девон	Нижний карбон	Верхний девон	Турней	Средний карбон	Верхний карбон	Нижняя пермь	
т, д.ед.	0.16-0.18	0.14-0.18	0.04-0.12	0.05-0.14	0.12-0.13	0.03-0.11	0.05-0.19	т, д.ед.
К, мкм2	0.05-0.100	0.05-0.200	0.01-0.300	0.002-0.125	0.04-0.05 и ниже	0.001-0.06	0.001-0.236	К, мкм2
Нн, м	1-3.0	1-3.0	4.5-6.0	1-9.0	2-3.0	1-2.5	40-110.0 (1-1.8)	Нн, м
Нэф, м	5-10.0	5-10.0	8-19.0	7-20.0	8-9.0	3-5.0	80-210.0 (3-4.0)	Нэф, м
Кнн, д.ед.	0.7-0.75	0.65-0.75	0.76-0.9	0.7-0.8	0.65-0.8	0.7-0.8	0.76-0.92 (0.55-0.65)	Кнн, д.ед.
μн, мПа*с	10-30	20-50 и более	4-36.0 (до 58.0)	6-98.6	7-80.0 и более	14.4-22.1	1.3-26.2	μн, мПа*с

Рисунок 1 - Классификация ТриЗ по геолого-физическим критериям нефтяных месторождений Башкортостана [1]

- запасы нефти в предположительно кварцитовых разностях песчаников терригенной толщи девона (ТТД) в нефтяных месторождениях севера и северо-запада Башкортостана; здесь в Югомашевско-Кузбаевской зоне числится от 7,0 до 11,0 млн т запасов нефти. Проблема заключается в том, что до сих пор нет ответа на вопрос о классификационных признаках песчаников, динамика добычи нефти из которых существенно отличается от традиционных песчаных отложений ТТД;

- запасы нефти в пластах, насыщенных нефтями повышенной и высокой вязкости (более 30 мПа·с). К этому подклассу относятся объекты ТТНК севера РБ.

В пределах карбонатных толщ к ТрИЗ принадлежат по существу свыше 95% запасов этих коллекторов. Но среди карбонатов имеются и коллектора, обладающие ФЕС и нефтенасыщенными толщинами, которые позволяют классифицировать их выше ТрИЗ, т.е. как содержащие активные запасы. Количественные критерии карбонатных коллекторов по ФЕС и соотношению нефтенасыщенных и общих эффективных толщин приведены на рисунке 1. Карбонаты, выделяемые в качестве активных запасов (не ТрИЗ), присутствуют в фамене, турнее и башкирском ярусе. В Предуральском прогибе среди рифовых месторождений можно вычлнить из ТрИЗ часть запасов нефти на Ишимбайском, Введенском, Грачевском и Старо-Казанковском месторождениях. С учетом перечисленных исключений все остальные месторождения (залежи) в карбонатных коллекторах содержат ТрИЗ.

По современным научным данным ТрИЗ характеризуются низкими коэффициентами нефтеотдачи (около 0,3 д.е.). Отмечается явная дифференциация КИН внутри отдельных групп ТрИЗ, обусловленная изменчивостью основных геолого-физических характеристик: пористости, проницаемости, нефтенасыщенности, вязкости пластовой нефти и др.

На эффективность нефтевытеснения влияют также стратиграфическая принадлежность по разрезу и приуроченность к тектоническому региону. В качестве примера детализации региональной классификации ТрИЗ в таблице 2 приводится её фрагмент, соответствующий карбонатам среднего карбона, поскольку в этом осадочном комплексе ТрИЗ имеют наибольшее содержание среди семи нефтегазоносных комплексов палеозоя Башкортостана [1].

Таблица 2 – Фрагмент классификации ТриЗ башкирских нефтяных месторождений для карбонатов среднего карбона [1]

Тектонический регион	ПОКАЗАТЕЛИ						КИН	
	Литология	Нефтенасыщенная толщина, м	Пористость, д.е.	Проницаемость, мкм <sup>2</sup>	Нефтенасыщенность, д.е.	Вязкость пластовой нефти, мПа·с	Проектный	Ожидаемый
Южно-Татарский свод	Известняки и доломиты	3,0	0,16-0,17	0,01-0,05	0,7-0,8	19-25,0	0,3	0,25-0,3
Башкирский свод	Известняки	3-5,0	0,11-0,16	0,017-0,05	0,7-0,75	До 48,0	0,26-0,43	0,2-0,3
Бирская седловина	Известняки	3-4,0	0,12-0,16	0,042-0,052	0,67-0,8	30,2	0,24-0,31	0,2-0,3
Верхне-Камская впадина	Известняки	4-5,0	0,10-0,16	0,02-0,120	0,7-0,85	> 50,0	0,3	0,3
Благовещенская впадина	Известняки	До 3-4,0	0,1-0,12	0,012-0,04	0,7-0,8	13- 18,0	0,3-0,34	0,3
Пред-уральский прогиб	Известняки и мергели	2,0-4,0	0,07-0,086	0,08-0,016	0,67-0,8	15,0-19,0	0,15-0,39	0,15-0,3

Преобладают нефтенасыщенные глинистые известняки, пористость которых варьирует в пределах 7-17%, а проницаемость – 0,05-0,120 мкм<sup>2</sup>. Верхнее значение проницаемости соответствует объектам с высоковязкой нефтью (более 50 мПа·с). Нефтенасыщенность пониженная – от 0,67 до 0,85 д.е. Вязкость пластовых нефтей повышенная, в ряде объектов – высокая (48,0 мПа·с и более).

В ПО «Башнефть» и институте БашНИПИнефть выполнялись исследования и готовились предложения по научному обоснованию и практическому применению критериев ТриЗ. Для башкирского нефтедобывающего региона, ставшего старым регионом со всеми сопутствующими признаками (выработанность сырьевой базы и др.), рассматриваемая проблема характеризуется нарастающей актуальностью. До сих пор невосполняемость сырьевой базы УВ большей частью покрывалась за счёт приобретения новых лицензионных участков со значительными по запасам месторождениями и пересчёта запасов по новым опробованиям в скважинах на старых месторождениях. Возрастает число малорентабельных месторождений, что требует разработки мер для изменения законодательства по недрам. В 2003-2005 гг. специалисты передовых нефтяных компаний и проектных институтов, в т.ч. БашНИПИнефть, создали рабочую группу для подготовки предложений по

введению дифференциального налога на добычу нефти, учитывающего истощенность недр, горно-геологических и географических и других факторов, влияющих на экономику добычи нефти. Данная проблема никуда не уходит, откладывание её решения лишь обостряет экономическую ситуацию.

Активизация выработки ТрИЗ в последние годы представляет один из эффективных путей пополнения запасов нефти Волго-Урала, в том числе Башкортостана, за счет перевода запасов категории В<sub>2</sub> в промышленные категории. Признанными методами стимуляции карбонатных коллекторов являются уплотняющее бурение и применение гидроразрыва пласта в его современных модификациях. Сегодня достигнуто эффективное применение уплотняющего бурения на месторождениях Западной Сибири. Происходит технологическое совершенствование ГРП – с учётом накопленного опыта оптимизируются дизайны ГРП, опробуются и внедряются различные технологии (в т.ч. пропантно-кислотный ГРП, пенный ГРП, ГРП на эмульгированной или загеленной кислоте, многостадийный и т.д.).

С 2013 года наблюдается рост применения ГРП на карбонатных коллекторах, область их реализации ежегодно расширяется с выходом на объекты, ранее считавшиеся неперспективными.

Непрерывная работа над активизацией выработки ТрИЗ сказывается на структуре сырьевой базы углеводородов Башкортостана. Актуальность проблемы заключается в том, что в течение последних 60 с лишним лет прирост запасов нефти промышленных категорий за счет поисково-разведочного бурения не восполняет текущую добычу нефти. Между тем, в течение современного периода (в текущем веке) остаточные запасы нефти удерживаются на практически стабильном уровне – 220 – 250 млн т. Обеспечивается указанное положение за счет открытий и перевода запасов из категории С<sub>2</sub> (В<sub>2</sub>) в промышленные категории. Как показывают данные табл. 3, в этом процессе в значительной степени участвуют запасы ТрИЗ [5], в т.ч. запасы карбонатов фамена и среднего карбона.

Таблица 3 – Структура прироста запасов нефти промышленных категорий Компании «Башнефть» в 2009-2022 гг.

Прирост запасов нефти промышленных категорий, %						
Всего	В том числе					
	За счёт ГРП			За счёт пересчёта, приобретений и нового опробования		
	Всего	Активных	ТриЗ	Всего	Активных	ТриЗ
	17,2	3,8	13,4	83,8	18,8	65,0

Итого доля ТриЗ составила 78,4 (в процентах) от общего прироста запасов промышленных категорий.

### Поиски и разведка месторождений с ТриЗ

Методика поисков и разведки залежей с ТриЗ отличается от методики ГРП для крупных и средних по запасам месторождений. Прежде всего, это связано с размерами залежей, которые, как правило, находятся в интервале 1-3 (1-5) км<sup>2</sup>. В «Башнефти» развивается принцип открытия мелких залежей одной поисковой скважиной, а задачи доразведки перекадываются на оценочные и, в основном, на эксплуатационные скважины. Последние закладываются по данным детализационных сейсмопрофилей с применением модифицированного прогноза распространения нефтенасыщенного коллектора [6]. Данный методический принцип гораздо актуальнее изложенных в [4, 7, 8] подходов.

#### Выводы:

1. Классификация ТриЗ нефтяных месторождений должна различаться по нефтедобывающим регионам России в количественных критериях. Для Башкортостана ТриЗ изучены в терригенных и карбонатных коллекторах, различающихся структурой и материалом порового пространства, ФЕС и положением в геологическом разрезе.

2. К ТриЗ в терригенных коллекторах палеозоя Башкортостана традиционно относятся внешние области кольцевых ВНЗ, контролируемые изопахитами ниже 3,0 м; зоны глинистых тонких коллекторов, примыкающих к алевролитовым телам, а также залежи, насыщенные нефтями повышенной и высокой вязкости. В отличие от терригенных отложений к ТриЗ относится более 95% карбонатных коллекторов. К числу активных запасов в карбонатах можно отнести высокопористые (с пористостью выше 20%) и проницаемые (более 0,100 мкм<sup>2</sup>) разности независимо от вязкости нефти.

3. Основными методами активизации выработки ТриЗ в терригенных и карбонатных коллекторах остаются технологии уплотняющего бурения и ГРП.

4. В отношении активизации выработки ТриЗ карбонатных коллекторов максимальную эффективность демонстрируют технологии КГРП, которые постоянно совершенствуются по мере накопления опыта и исследовательских изысканий в области геомеханики, рецептур жидкостей разрыва и многостадийности операций. Набор и дизайны технологий пополняется в

зависимости от типа ФЕС, степени глинизации карбонатов, соотношения нефтенасыщенных и водонасыщенных толщин, положения в разрезе и стадии разработки.

5. Методика поисков и разведки залежей с ТрИЗ развивается по принципу открытия одной поисковой скважиной с последующей доразведкой эксплуатационными скважинами, закладываемыми по данным сейсмического прогноза распространения нефтенасыщенных коллекторов.

6. Ввод ТрИЗ в активную разработку способствует пополнению сырьевой базы углеводородов, обеспечивая состояние остаточных запасов нефти на стабильном уровне. Наметилась тенденция роста доли ТрИЗ карбонатов в общем объеме дополнительной добычи нефти и прироста запасов УВ.

7. В Башкортостане поиск, разведка и разработка залежей высоковязких нефтей и битумов требует своего научного и практического изучения, поскольку доля этих запасов пока не получила квалифицированной оценки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лозин Е.В. Воспоминания о Н.Н. Лисовском в связи с оптимизацией выработки трудноизвлекаемых запасов нефти // Недропользование. XXI век. 2019. №5 (81). С. 57-69.
2. Лозин Е.В. Геология и нефтеносность Башкортостана. Уфа: БашНИПИнефть, 2015. 704 с.
3. Лозин Е.В., Ахмеров Р.З. Уроки разработки Шкаповского нефтяного месторождения. Уфа: БашНИПИнефть, 2017. 371 с.
4. Халимов Э.М. Геотехнологии разведки и разработки нефтяных месторождений. Избранные труды. М.: ИГиРГИ, С. 111-153; 306-316.
5. Лозин Е.В. Детализация геологии карбонатов фаменского яруса в платформенном Башкортостане в связи с доразведкой их нефтеносности // Экспозиция Нефть Газ. 2022. №3 (88). С.11-15.
6. Лозин Е.В. Методический подход к поиску и разведке труднооткрываемых запасов углеводородов // Нефтяное хозяйство. №3. 2023. С. 14-17.
7. Кожевникова Е.Е., Башкова С.Е., Яковлев Ю.А. Казанско-кажимский авлакоген и прилегающие районы в эйфельско-раннефранское время: условия формирования, нефтегазоносность // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. №1. С. 73-88.
8. Харитонов А.Л. Результаты применения вероятностного анализа геолого-геофизических данных на территории русской платформы для оценки перспектив нефтегазоносных областей. // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. №3. С. 29-41. DOI 10.24412/1728-5283-2023-3-29-41.

## REFERENCES

1. Lozin E.V. Memories of N.N. Lisovsky in connection with the optimization of the production of hard-to-recover oil reserves // Subsoil use XXI century. 2019. No. 5 (81). Pp. 57-69.
2. Lozin E.V. Geology and oil content of Bashkortostan. Ufa: publishing house BashNIPIneft, 2015. 704 p.
3. Lozin E.V., Akhmerov R.Z. Lessons from the development of the Shkapovskoye oil field. Ufa: BashNIPIneft, 2017. 371 p.
4. Khalimov E.M. Geotechnologies for exploration and development of oil fields. Selected works. M.: IGI RGI, Pp. 111-153; 306-316.
5. Lozin E.V. Detailing the geology of Famennian stage carbonates in platform Bashkortostan in connection with additional exploration of their oil content // Exposition Oil Gas. 2022. No.3(88). Pp.11-15.
6. Lozin E.V. Methodological approach to the search and exploration of hard-to-discover hydrocarbon reserves // Oil industry. No. 3. 2023. Pp. 14-17.
7. Kozhevnikova E.E., Bashkova S.E., Yakovlev Yu.A. Kazan-Kazhim aulacogen and adjacent areas in the Eifelian-Early Frasnian time: formation conditions, oil and gas content // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. No. 1. pp. 73-88.
8. Kharitonov A.L. Results of using probabilistic analysis of geological and geophysical data on the territory of the Russian platform to assess the prospects of oil and gas bearing areas. // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. №3. pp. 29-41. DOI 10.24412/1728-5283-2023-3-29-41.

### *Сведения об авторах:*

**Лозин Евгений Валентинович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, эксперт бюро старших экспертов ООО «РН-БашНИПИнефть», ООО «РН-БашНИПИнефть», Уфа, Российская Федерация. E-mail: [LozinEV@bnipi.rosneft.ru](mailto:LozinEV@bnipi.rosneft.ru). ORCID ID: 0009-0007-4004-4592.

**Тарнаева Юлия Дмитриевна**, начальник отдела оперативного изменения запасов Волго-Уральской НПП ООО «РН-БашНИПИнефть», ООО «РН-БашНИПИнефть», Уфа, Российская Федерация. E-mail: [TarnaevaUD@bnipi.rosneft.ru](mailto:TarnaevaUD@bnipi.rosneft.ru), ORCID ID: 0009-0005-5838-5614.

### *Author's personal details:*

**Lozin Evgeniy Valentinovich**, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, expert of the Bureau of Senior Experts of RN-BashNIPIneft LLC, RN-BashNIPIneft LLC, Ufa, Russian Federation. E-mail: [LozinEV@bnipi.rosneft.ru](mailto:LozinEV@bnipi.rosneft.ru). ORCID ID: 0009-0007-4004-4592.

**Tarnaeva Yulia Dmitrievna**, Head of the department for operational changes in reserves of the Volga-Ural Oil and Gas Production Enterprise RN-BashNIPIneft LLC, RN-BashNIPIneft LLC, Ufa, Russian Federation. E-mail: [TarnaevaUD@bnipi.rosneft.ru](mailto:TarnaevaUD@bnipi.rosneft.ru), ORCID ID: 0009-0005-5838-5614.

© Лозин Е.В., Тарнаева Ю.Д.

**ПОРОДЫ ФУНДАМЕНТА И ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПРИРОДА  
КАРАБОГАЗСКОГО ГЕОБЛОКА ЗАПАДА ТУРАНСКОЙ ПЛИТЫ**

© Попков Василий Иванович, © Попков Иван Васильевич

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,

г. Краснодар, Российская Федерация

**Аннотация.** Карабогазский геоблок многими исследователями трактуется как массив с докембрийской сиалической корой, заключенный в теле молодой эпигерцинской Туранской платформы. В представленной работе освещены результаты детального изучения вещественного состава магматических и метаморфических пород фундамента массива, вскрытых глубокими скважинами. Для расчленения и корреляции разрезов использованы материалы геофизических исследований скважин, включающие все виды каротажа. Особое место принадлежит микроскопическому изучению пород с целью определения их состава и генезиса, степени постседиментационных преобразований. Привлечены сведения по определению абсолютного возраста пород, палеонтологические определения. Изучены и критически проанализированы результаты работ наших предшественников. Установлено, что в пределах Прикарабогазья нет прямых указаний на присутствие в составе фундамента континентальной коры более древнего, нежели палеозойского возраста. Известные здесь метаморфические породы представлены первично осадочными и вулканогенно-осадочными отложениями, преобразованными на стадии зеленосланцевого регионального метаморфизма. Прорваны они интрузиями гранитоидного ряда завершающих этапов герцинского тектогенеза. На участках, приближенных к интрузивам, степень вторичных изменений метаморфических пород возрастает за счет термального воздействия. Амфиболиты данного региона являются ортопорадами, находятся в тесной ассоциации с первично терригенными отложениями и были в последующем совместно с ними метаморфизованы в зеленосланцевой фации регионального метаморфизма. Известные здесь гнейсы являются окраинными фациями гранитоидных плутонов, образовавшимися в результате метасоматической переработки вмещающих толщ (протомагматическая гнейсовидность). Слагающие фундамент осадочно-метаморфические и вулканогенно-осадочные породы, прорванные многочисленными интрузиями гранитоидов, представляют собой образования активной окраины. Привлечение геологических данных по смежным районам, а также материалов магнито- и гравиразведки позволило нам составить схему тектонического строения исследуемого региона.

**Ключевые слова:** Туранская плита, Карабогазский геоблок, метаморфические породы, гранитоидные интрузии, фундамент, палеозой, докембрий, герциниды.

**BASEMENT ROCKS AND TECTONIC NATURE OF THE KARABOGAZ  
GEOBLOCK OF THE WEST OF THE TURAN PLATE**

© Popkov Vasily Ivanovich, © Popkov Ivan Vasilyevich

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

«Kuban State University», Krasnodar, Russian Federation

**Summary.** The Karabogaz geoblock is interpreted by many researchers as an array with Precambrian Sialic crust, enclosed in the body of a young Epigercine Turanian platform. The present paper highlights the results of a detailed study of the material composition of igneous and metamorphic rocks of the foundation of the massif, opened by deep wells. For the dissection and correlation of the sections, the materials of geophysical studies of wells, including all types of logging, were used. A special place belongs to the microscopic study of rocks in order to determine their composition and genesis, the degree of post-sedimentation transformations. Information on the determination of the absolute age of rocks, paleontological definitions are involved. The results of the work of our predecessors have been studied and critically analyzed. It is established that there are no direct indications of the presence of continental crust older than the Paleozoic age in the basement of the Prikarabogazye region. The metamorphic rocks known here are primarily sedimentary and volcanogenic-sedimentary deposits, transformed at the stage of green-shale regional metamorphism. They are broken by intrusions of the granitoid series of the final stages of the Hercynian tectogenesis. In areas close to intrusions, the degree of secondary changes in metamorphic rocks increases due to thermal impact. Amphibolites of this region are orthoporphs, are in close association with primary terrigenous deposits and were subsequently metamorphosed together with them in the greenschist facies of regional metamorphism. The gneisses known here are marginal facies of granitoid pluton, formed as a result of metasomatic processing of the host strata (protomagmatic gneiss). The sedimentary-metamorphic and volcanogenic-sedimentary rocks composing the foundation, broken through by numerous intrusions of granitoids, are formations of the active margin. The involvement of geological data on adjacent areas, as well as magnetic and gravity exploration materials allowed us to draw up a diagram of the tectonic structure of the studied region.

**Key words:** Turan plate, Karabogaz geoblock, metamorphic rocks, granitoid intrusions, basement, Paleozoic, Precambrian, Hercynides.

**Введение.** Среди исследователей, занимавшихся изучением тектоники Туранской молодой платформы, достаточно распространена точка зрения о широком развитии в ее пределах массивов (террейнов) докембрийской сиалической коры (Северо-Устюртский, Южно-Мангышлакский, Карабогазский и др.), составляющих до 60-75% ее площади [1, 2 и др.]. Считается, что они являются фрагментами северной позднепротерозойско-кембрийской окраины палеоконтинента Гондвана (Пери-Гондванские террейны), что нашло отражение на многих тектонических построениях и палинспастических реконструкциях [3–6]. Основанием для таких заключений служили, прежде всего, данные геофизических исследований прошлых лет, отличающиеся невысокой точностью, а также немногочисленные на тот момент материалы глубоких скважин, вскрывших породы фундамента.

В наших предыдущих исследованиях были приведены данные о строении Южно-Мангышлакского блока, фундамент которого вскрыт на двадцати девяти площадях более чем 150-ю скважинами [7, 8]. Изучение вещественного состава пород, слагающих фундамент Мангышлака, показало, что в его строении ведущая роль принадлежит слабометаморфизованным терригенным отложениям, прорванным в пределах выступов интрузиями гранитоидов каменноугольного возраста. Последнее, а также присутствие обугленных растительных остатков и сингенетичной метаморфизованной органики в

метаморфических сланцах, палеонтологические данные указывают на палеозойский возраст пород, слагающих складчатое основание Мангышлака.

Сделанное заключение находится в полном соответствии и с материалами высокоточной аэромагнитной съемки масштаба 1:50 000, фиксирующей развитие в пределах рассмотренной территории линейных аномалий запад - северо-западного простирания, что не характерно для докембрийских массивов, имеющих крупномозаичное магнитное поле [9]. Комплексное использование геофизических и буровых материалов дало возможность составить детальную схему внутреннего строения фундамента Мангышлака, выделить в его составе структурно-формационные зоны [10, 11].

Сложнее обстоит дело с выяснением природы крупнейшего по размерам (протяженность около 800 км, ширина до 250 км) Карабогазского геоблока (рисунок 1), которому в платформенном чехле отвечает одноименный свод, расположенный в юго-западной части Туранской плиты.

Изученность его глубоким бурением несравненно слабее: породы фундамента Карабогазского свода вскрыты в 23 скважинах. Девять из них располагаются в южном Прикарабогазье (Карши, скв. 1, 2, 3; Омчалы - 159, 1п, 161; Акпар - 1, Дарджа - 179, Аджигир - 1) и пятнадцать – к северо-западу от залива Кара-Богаз-Гол (Тамды, скв. 1, 2; Букбаш - 1, 2, 3; Кудук - 1, 3; Бирбас - 1, Южный Аламурын - Джанаорпа -1, 7) (рисунок 2).

Состав пород, слагающих фундамент, частично освещен в работах П.Н. Куприна [13-15] и В.С. Князева с соавторами [16-18]. При этом относительно детально описаны разрезы скважин южной зоны и очень фрагментарно – северо-западной.

Цель настоящей работы – детальное изучение вещественного состава магматических и метаморфических пород фундамента Карабогазского массива, определение его тектонической природы.

Ниже приводятся результаты детальных литолого-петрографических исследований кернового материала. Выполнено макроописание керна с определением характерных структур и текстур. Для расчленения и корреляции разрезов использованы материалы геофизических исследований скважин, включающие все виды каротажа. Особое место принадлежит микроскопическому изучению пород с целью определения их состава и генезиса, степени постседиментационных преобразований. Привлечены сведения по определению абсолютного возраста пород, палеонтологические определения. Изучены и критически проанализированы результаты работ наших предшественников.

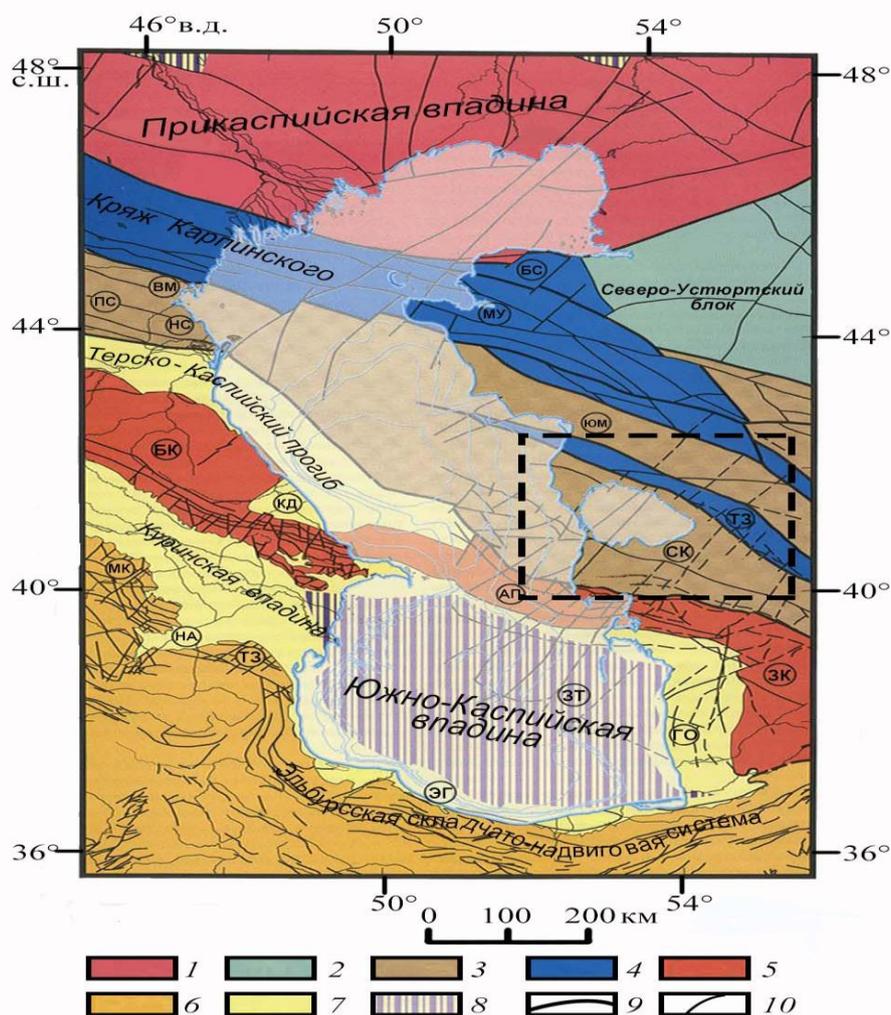


Рисунок 1 – Тектоническая карта Каспийского региона (по данным [12], с изменениями и дополнениями),

где важнейшие структуры (буквы в кружках): БС – Бузачинский свод, МУ – Мангышлакско-Центрально-Устьюртская зона, ЮМ – Южно-Мангышлакско-Устьюртская система прогибов, ТЗ – Туаркырская зона, СК – Среднекаспийско-Карабогазская антеклиза, ВМ – Восточно-Манычский прогиб, ПС – Прикумская система поднятий, НС – Ногайская ступень, БК – складчатая система Большого Кавказа, КД – Кусаро-Дивичинский прогиб, АП – Апшероно-Прибалханская зона, ЗК – Западно-Копетдагская зона, МК – складчатая система Малого Кавказа, НА – Нижне-Араксинский прогиб, ТЗ – Талышская зона, ЭГ – Эльбурсско-Горганский передовой прогиб, ЗТ – Западно-Туркменский прогиб, ГО – Гограньдаг-Окаремская зона.

1–4 – фундамент платформенных областей: 1 – раннедокембрийский (а – суша, б – море), 2 – байкальский, 3 – герцинский (а – суша, б – море), 4 – раннекиммерийский (а – суша, б – море); 5–6 – альпийские складчато-покровные системы: 5 – Большой Кавказ и Копетдаг (а – суша, б – море), 6 – Малый Кавказ, Талыш, Эльбурс; 7 – передовые прогибы и впадины (а – суша, б – море); 8 – впадины с корой океанического типа; 9 – разрывные нарушения, соответствующие границам крупных структур; 10 – прочие важные разрывы

**Результаты исследований.** Несмотря на то, что в пределах северо-западного Прикарбогазья фундамент вскрыт гораздо большим числом скважин (см. рисунок 2), степень изученности его вещественного состава несоизмеримо ниже: детально описаны лишь породы, вскрытые скважиной Южный Аламурын-1 [13, 14; 18,]; еще в четырех скважинах (Тамды-1, Южный Аламурын-2, Джанаорпа-4 и Букбаш-2) описано в общей сложности пять интервалов. Материалы по остальным скважинам изучены не были. В связи с этим характеристика фундамента этой зоны нами дается более подробно.

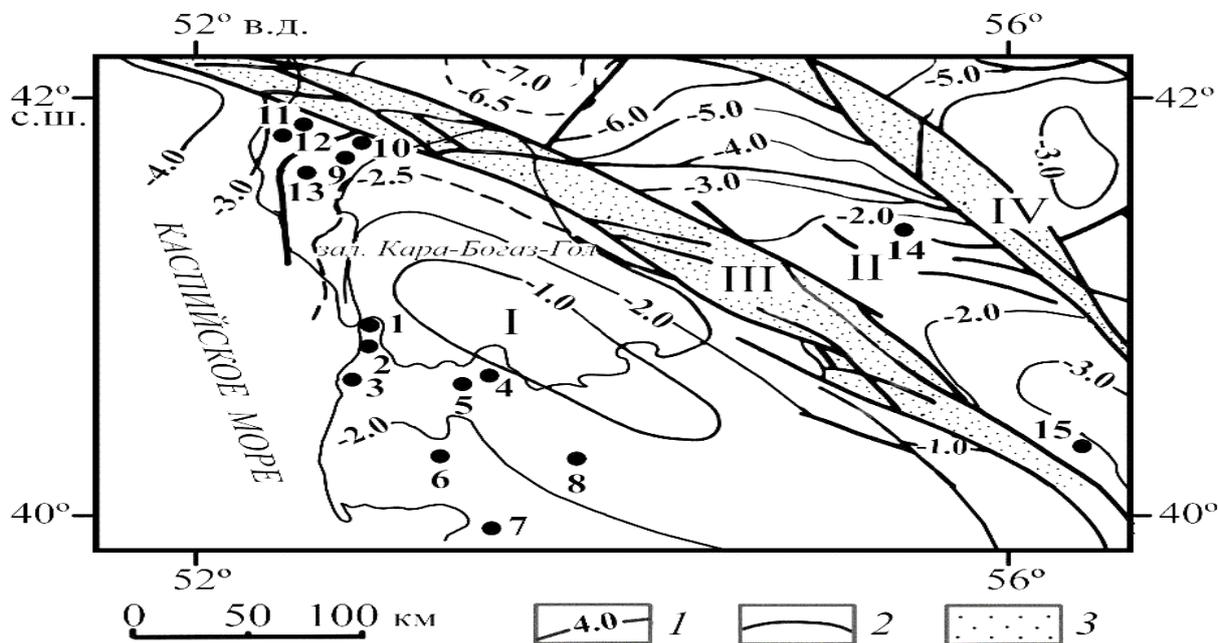


Рисунок 2 - Схема размещения поисково-разведочных площадей и скважин, на которых вскрыты бурением породы фундамента Карабогазского свода, где показано положение (кружки черным): скважин – 1 – Карши (скв. 1), 2 – Карши (скв. 2), 3 – Карши (скв. 3), 4 – Омчалы (скв. 161), 5 – Омчалы (скв. 159); площадей – 6 – Акпар, 7 – Дарджа, 8 – Аджигир, 9 – Южный Аламурын-Джанаорпа, 10 – Бирбас, 11 – Букбаш, 12 – Тамды, 13 – Кудук, 14 – Кумсебшен, 15 – Аламанел. Обозначено (римские цифры): I – Карабогазский свод, II – Кумсебшенский выступ, III – Туаркыр-Крауданская зона, IV – Карашорская зона

Глубина залегания кровли фундамента в данном районе (по материалам бурения) колеблется от 2426 м (скважина Кудук-1) до 2841 м (скважина Букбаш-2). Максимальная вскрытая мощность комплекса 538 м (скважина Тамды-1), минимальная – 76 м (скважина Букбаш-2). В его строении принимают участие магматические породы гранитоидного ряда и первично осадочные толщи, претерпевшие различной степени метаморфические преобразования. Последние вскрыты во всех пятнадцати скважинах, первые – в восьми из них (Тамды-1, 2, Букбаш-1, 2, 3, Бирбас-1, Южный Аламурын – Джанаорпа-1 и 6).

Метаморфические породы темно-серой и черной окраски, реже встречаются зеленовато-серые цвета; обладают четко выраженной сланцеватостью, совпадающей часто с первичной слоистостью. Отложения дислоцированы. Наиболее часто встречаются углы падения слоев 45-65°. Породы плотные (2,80-2,95 г/см<sup>3</sup>), лишь в кровельной части разреза отмечены значения 2,45-2,50 г/см<sup>3</sup>.

В составе толщи ведущая роль принадлежит терригенным образованиям, метаморфизованным в мусковит-хлоритовый субфации зеленых сланцев. При приближении к гранитоидным интрузиям степень их преобразований возрастает с появлением минеральных ассоциаций мусковит-биотитовой субфации фации зеленосланцевого метаморфизма. Наиболее распространенными являются следующие типы пород. 1. Микрослюдисто-кварцево-хлоритовый и полевошпато-кварцевые филлиты рассланцованные, лепидо- и гранолепидобластовой структуры. 2. Слюдяные сланцы с фибробластовой текстурой, гранолепидобластовой структурой с маломощными прослоями кварцитов. 3. Кварцево-сланцевые сланцы с прослоями слюдяно-кварцитовых сланцев. Структура отчетливо бластопсаммитовая, текстура сланцеватая, плейчатая, крупночешуйчатая. 4. Кварц-альбит-серицитовые сланцы с примесью графитистого материала. 5. Биотито-полевошпато-кварцевые сланцы грано- и лепидогранобластовой структуры. 6. Углисто-сланцевые сланцы.

Помимо описанных выше пород на площади Южный Аламурын – Джанаорпа вскрыты также зеленокаменно измененные эффузивы основного и среднего состава (скважина Джанаорпа-4, интервал глубин 2741-2748 м) [18], а также кварц-альбит-хлорит-актинолитовые роговики (скважина Южный Аламурын - 1, интервал 2680-2683 м) нематогранобластовой структуры неясно-узловато-сферолитовой текстуры. Основную их массу составляет актинолит (60-70%). Среди них отмечаются промежуточные, сложенные хлорит-кварц-альбитовой массой микрогранобластовой структуры. В роговиках присутствует значительное количество (до 5%) магнетита. Данные породы образовались в результате регионального (с наложением контактного) метаморфизма базальтоидных пород.

**Гранитоиды лейкократового облика.** Имеют обычный для этого типа пород состав: примерно в равных количествах (по 30-35%) присутствуют кварц, олигоклаз и ортоклаз. Структура гипидиоморфнозернистая или гранитовая. Граниты, свежие или же подвержены вторичным изменениям. Так, например, в скважине Южный Аламурын-6 в интервалах глубин 2722-2737 м, 2772-2785 м, 2870-2880 м, 2950-2953 м, 2997-3006 м вскрыты интенсивно катаклазированные, милонитизированные граниты, а в интервале 2895-2900 м той же скважины – граниты гнейсовидного облика. Порода потерпела интенсивное окварцевание, кварц раздавлен и гранулирован, полевые шпаты серицитизированы, отмечается небольшая примесь каолинита. То есть здесь налицо переработка породы

глубинными растворами, циркулировавшими по зоне разрывного нарушения. Аналогичную гидротермальную переработку и катаклаз испытали гранитоиды, вскрытые скважиной Букбаш-2 на глубине 2990-2994 м. В этих интервалах при макроописании отмечены многочисленные зеркала скольжения, ориентированные под углом 75-90<sup>0</sup> к горизонтали.

Кроме того, в скважине Южный Аламурын- 1 в интервале глубин 3866-3869 м отмечены следы более высокотемпературных постмагматических процессов, приведших к образованию грейзенизированных участков [18]. В керне этой скважины описаны также приконтактовые фации гранитов, содержащих ксенолиты вмещающих сланцев и роговиков (интервал 2778-2869 м). Подобные породы были встречены нами при изучении кернового материала скважины Южный Аламурын-6 в интервале глубин 2722-2737 м. Граниты из этой зоны катаклазированы, имеют резко порфировидный облик.

Кроме биотитовых гранитов на площади Букбаш в скважине 2 в интервале 2969-2972 м встречены гранитоиды, химический состав которых, по данным [14], соответствует тоналитам.

Особый интерес представляют материалы, полученные при бурении скважины Тамды-1. Здесь в интервале глубин 3147-3153 м описан силлиманит-биотитовый гнейс гранобластовой, участками лепидобластовой структуры, сложенный кварцем (30-35%), биотитом и мусковитом (40-45%), фибролитом (10-15%), единичными зернами полевых шпатов, пирита и циркона [18]. По заключению данных исследователей эти породы образованы в результате регионального метаморфизма в амфиболитовой или эпидот-амфиболитовой фации. Этот факт, по их мнению, является одним из доказательств докембрийского возраста фундамента Карабогазского свода. В связи с очевидной важностью данного момента, остановимся несколько подробнее на описании этой части разреза, вскрытого скважиной Тамды-1.

Гранито-гнейсовый комплекс вскрыт на глубине 2769 м и до забоя – 3153 м. Керновым материалом освещены интервалы глубин 2796-2810 м, 2882-2887 м, 3000-3020 м, 3070-3080 м и 3147-3153 м. В интервале 2796-2810 м встречены породы трех типов: 1) кварц-полевошпато-сланцевые сланцы с гранолепидобластовой структурой, видна сегрегационная сланцеватость. Отмечается высокое содержание мусковиты и биотита. Степень постдиагенетических преобразований отвечает мусковит-биотитовой субфации фации зеленых сланцев регионального метаморфизма; 2) полевошпато-мусковит-биотит-кварцевый (двуслюдяной) гнейс. Порода лейкократового облика, характеризуется чередованием более широких (1,5-2мм) лейкократовых кварц-полевошпатовых полос с узкими (0,5-1,0 мм) мусковит-биотитовыми полосами. Текстура гнейсовидная полосчатая, структура крупногранобластовая – в кварц-полевошпатовых полосах и лепидобластовая – в слюдяных; 3) лейкократовые граниты достаточно свежего облика.

В интервале глубин 2882-2887 м и 3070-3080 м отмечен гнейс аналогичного облика, а в интервале 3000-3020 м помимо гнейсов встречены кварцево-сланцевые сланцы. В призабойной зоне скважины (3147-3153 м) отмечаются двуслюдяные гнейсы (как и в интервале 2796-2810 м), крупнокристаллические свежие не катализированные граниты с типично гранитовой структурой, а также кварц-альбит-сланцевые сланцы с большим содержанием мусковита и биотита, обладающие grano- и лепидогранобластовой структурой, метаморфизованных на стадии зеленых сланцев (мусковит-биотитовая субфация). Во всех перечисленных интервалах отбора керна отмечены многочисленные зеркала скольжения, ориентированные вертикально.

Изложенное выше свидетельствует о сложных взаимоотношениях в разрезе магматических и метаморфических пород. Возможно, что гнейсы и метаморфические сланцы прорваны гранитами более молодого возраста и представляют собой ксенолиты в теле интрузии. Однако обращают на себя внимание сходные минеральный состав и текстурные особенности гнейсов и метаморфических сланцев, что позволяет рассматривать первые в качестве окраинных фаций гранитного плутона, образовавшихся в результате метасоматической переработки вмещающих толщ (протомагматическая гнесовидность по [19]). Второй вариант представляется более вероятным.

Интересной особенностью рассматриваемой территории является спорадическое развитие в разрезе слабометаморфизованных терригенных пород. Их наличие установлено в скважинах Тамды-1, 2, Букбаш-1, 2, 3 и Южный Аламурны-6. Максимальная мощность отмечается в скважине Тамды-1 (154 м), минимальная (34 м) - в скважине Южный Аламурны-6. В нижней части толщи обычно залегает пачка песчаников с прослоями мелкогалечных конгломератов. Мощность ее достигает в ряде случаев 30-40 м. В составе кластического материала присутствуют обломки сланцев, роговиков, молочно-белого кварца, кварцитов размером до 1,5-2 см. Промежутки между гальками заполняются гравийно-песчаным материалом. В верхней части толщи преобладают алевро-аргиллитовые разности пород, что находит четкое отражение на электрокаротажных диаграммах. Окраска пород серая, темно-серая, реже черная, зеленоватых оттенков.

Микроскопически это песчаники, алевролиты, гравелиты субаркозового, грауваккового, субграуваккового состава. Обломочная часть породы состоит из угловатых, плохо окатанных зерен кварца, калиевых полевых шпатов, плагиоклаза, листочков мусковита, биотита, хлорита, щепковидных обломков сланцев, кремнистых пород в различных процентных соотношениях. В отдельных простоях отмечается высокое содержание облупленного растительного детрита. Цемент хлорит-серицитового состава. В алевро-аргиллитовых разностях набор классического материала аналогичен.

Породы претерпели интенсивные вторичные изменения (метагенез). Зерна кварца гранулированы, корродированы, наблюдается развитие шиловидных структур и обрастание зерен «бородатым» кварцем, аналогичном описанному в работе [20]. Породы слабо рассланцованы, отмечаются сегрегационные структуры, слюда ориентирована по сланцеватости. В отдельных, более однородных по составу и сортировке песчано-алевритовых прослоях появляются grano- и лепидобластовые структуры. И, наоборот, в алевролитах и песчаниках с базальным типом цемента, исходная обломочная структура относительно хорошо сохраняется, и породы выглядят менее измененными (глубокий катагенез).

В целом же описываемые образования очень напоминают отложения верхнего палеозоя Песчаномысско-Ракушечной зоны Южного Мангышлака, а также прилегающего с востока к Карабогазскому своду Кумсебшенского геоблока, отнесенными нами к верхнепалеозойской нижней молассе [8]. Отметим, что перекрывающие их континентальные толщи средней юры испытали гораздо менее интенсивные вторичные преобразования, соответствующие начальным стадиям катагенеза.

В скважине Букбаш-2 из интервала глубин 2943-2950 м подняты образцы сильно выветрелых гранитов. Выше залегают нижнемолассовые образования. В остальных шести скважинах, где присутствует данная толща, ниже нее выделяется по электрокаротажным материалам аналогичная зона, характеризующаяся снижением значений электрического сопротивления пород и увеличенным диаметром скважины. Однако керн из этой части разреза в других скважинах отсутствует.

Относительно возраста пород фундамента северо-западного Прикарабогазья. Калий-аргоновым методом по породе в целом определен возраст гранитов из интервала глубин 2866-2869 м скважины Южный Аламурын-1 в 300 ± 8 млн. лет [14], что соответствует позднему карбону. Близкие значения возраста по данным калий-аргонового метода были получены и В.М. Комаровой – 326 млн. лет. Возраст тоналитов, вскрытых в скважине Букбаш-2, составляет 365-370 млн. лет [14]. Согласно определения абсолютного возраста данных гранитоидов, выполненных в институте геологических наук Казахстана (аналитик Г.А. Радченко), время их образования оценивается в 335-364 млн. лет (поздний девон-ранний карбон).

Имеются определения абсолютного возраста и метаморфических пород. Так, калий-аргоновым методом определен возраст сланцев в скважине Южный Аламурын-2, составивший 278 млн. лет [18], и в скважине Южный Аламурын-1 – 228 млн. лет [13]. Наиболее вероятен раннепермский их возраст. Данные цифры, как справедливо отмечается в работе [18], характеризуют время заключительной фазы тектоно-магматических воздействий на породу

варисийского тектогенеза. Возраст же самих отложений, подвергшихся метаморфизму, может быть, естественно, более древним.

Представляют интерес палеонтологические данные о возрасте этих толщ. Так, в скважине Букбаш-2 в интервале глубин 2943-2950 м К.В. Виноградовой описаны древние формы миоспор, залегающих *in situ*: *Coniferae sp.indet*, *Stenozonotriletes sp*, *Hymenozonotriletes sp*, указывающих, по ее мнению, на палеозойский возраст вмещающих пород [21].

Метаморфические породы в южном Прикарабогазье до недавнего времени были вскрыты лишь на площади Карши в скважине № 3. Представлены они амфиболитовыми сланцами с нематобластовой структурой и состоят из роговой обманки, плагиоклаза № 32-34 и кварца. В некоторых образцах амфиболиты рассланцованы, появляются бластопсаммитовые структуры. В их составе преобладают амфибол актинолит-тремолитового ряда, андезин и кварц. Некоторые исследователи считают [17], что эти сланцы образовались в результате метаморфизма осадочно-эффузивных пород в амфиболитовой или эпидот-амфиболитовой фации, залегая среди гранитоидов палеозоя, образуя в них, очевидно, ксенолит. Возраст сланцев достоверно не определен. Лишь на основании высокой степени метаморфизма предполагается докембрийский их возраст [17, 18].

В скважинах Карши-1, Омчалы-159, 161, Аджигир-1 и Дарджа-179 вскрыты бурением микроклиновые граниты. Состав пород отвечает гранитам и гранодиоритам по Р. Дэли, в отдельных случаях гранит-аплитам [17]. Возраст аджигирских гранитов был определен калий-аргоновым методом по породе в целом и составил  $300 \pm 10$  млн. лет [13]. Определение возраста калий-аргоновым методом по биотиту гранитов Омчалы (скважина 161) дало значения в 310-295 млн. лет ( $C^3$ ) [15]. Для гранитоидов, вскрытых скважиной Карши - 1 получены резко отличные значения абсолютного возраста: 440 млн лет, по другим определениям – 310, 313 и 352 млн лет, в связи с чем предполагается [17], что в керне скважины присутствуют гранитоиды двух генераций, причем более древние из них, отнесенные к силур-ордовикскому комплексу, образуют в молодых каменноугольных ксенолит. Возраст гранитов, вскрытых на площади Дарджа, определенный по биотиту, составил 240 млн. лет [13].

В скважине Карши-2 вскрыты кварцевые порфиры и фельзиты предположительно позднекаменноугольно-пермского возраста [17], а на площади Акпар – дацит-порфириты. Возраст последних, определенный калий-аргоновым методом по породе в целом, оценен в  $220 \pm 10$  млн. лет [13].

В последние годы на одноименной площади была пробурена параметрическая скважина Омчалы-1п, располагающаяся на 28 км южнее ранее пробуренной скв. №161 [22]. К сожалению, проводка скважины осуществлялась с эпизодическим отбором керна, без глубокого анализа литологии и возраста вскрытых пород. В интервале глубин 1100-3501 м (забой) пройдены граниты,

рассеченные дайками диабазов и кварц-порфиров. Среди плотных неизменных гранитов обнаружены зоны дробления и разуплотнения.

Выше под отложениями апта на глубине 980-1100 м вскрыты метаморфические породы: керн, поднятый в интервале 993-1100 м представлен полевошпато-биотитовыми хлоритизированными сланцами, являющимися, по мнению туркменских геологов, «непереотложенной корой выветривания ниже залегающего гранитного массива» [22]. Данное предположение представляется нам ошибочным. Верхняя прикровельная часть разреза сложена плохо отсортированными песчаниками темно-серыми, серыми, крепко сцементированными с редкими тонкими пропластками серых глин, конгломератов, гравийных обломков. Взаимоотношение метаморфических пород с гранитной интрузией не установлено.

**Обсуждение результатов и выводы.** Выполненные исследования свидетельствуют о том, что в пределах Прикарабогазья нет прямых указаний на присутствие в составе фундамента континентальной коры более древнего, нежели палеозойского возраста. Некоторыми исследователями в качестве доказательства докембрийского возраста фундамента Карабогазского свода приводятся гнейсы, вскрытые скважиной Тамды-I, а также метаморфические сланцы Южного Аламурына и амфиболиты Каршинской площади [17, 18; 23]. Единственным доказательством этому считается высокая степень их метаморфизма. Однако наблюдаемое локальное увеличение степени метаморфизма пород может быть связано с их приближенных к интрузиям и, как следствие, наложением контактового метаморфизма на региональный. Подобное явление является обычным для таких ситуаций и было детально описано на примере Оймашинской площади Южного Мангышлака, где гранитная интрузия и вмещающие ее метаморфические породы вскрыты большим количеством скважин с высоким процентом отбора кернового материала [7, 8]. Несомненно, что степень метаморфизма пород – весьма ненадежный и условный показатель их возраста. На это же указывали и предыдущие исследователи, предположившие их докембрийский возраст [17].

Амфиболиты данного региона, как это установлено всеми специалистами, изучавшими их, являются ортопородами. Находясь в тесной ассоциации с первично терригенными породами, они были в последующем метаморфизованы в зеленосланцевой фации регионального метаморфизма, на который наложилось термальное воздействие гранитоидных интрузий. Соответственно наличие амфиболитов также не может свидетельствовать об их докембрийском возрасте.

Что же касается вскрытых на площади Тамды гнейсов, то детальное петрографическое изучение пород показывает, что они чередуются в разрезе с метаморфическими сланцами, с которыми имеют сходные минеральный состав и текстурные особенности. Это позволяет сделать заключение, что эти гнейсы являются окраинными фациями гранитоидного плутона, вскрытого этой же

скважиной, образовавшимися в результате метасоматической переработки вмещающих толщ (протомагматическая гнейсовидность [19]). Напомним также, что в метаморфических сланцах площади Букбаш обнаружены палеозойские миоспоры.

Единичные случаи определения калий-аргоновым методом абсолютного возраста гранитоидов в районе на площади Карши в 440 млн. лет (силур-ордовик) на фоне массового присутствия девонско-каменноугольных гранитоидов не может служить веским доводом в пользу повсеместного развития докембрийской коры в пределах Карабогазского свода, хотя мы и не отрицаем возможности присутствия отдельных обломков более древнего складчатого основания как в этом районе, так и в теле фундамента юго-запада Туранской плиты в целом. Учитывая, что для каршинских гранитов получены калий-аргоновым методом резко различные значения абсолютного возраста (440, 352, 313 и 310 млн. лет), нельзя исключать, что такой разброс обусловлен недостаточно высокой точностью выполненных определений.

Сам Карабогазский геоблок не является однородным геологическим телом: если для северо-восточной его части характерно слабоотрицательное магнитное поле, то в юго-западной знак поля меняется на противоположный. Можно предполагать, что в пределах первой зоны в составе метаморфического комплекса преобладают первично терригенные породы, в то время как в юго-западной существенная роль принадлежит эффузивам среднего и основного ряда. Возможность выделения в составе Карабогазского блока двух зон, но несколько в иных границах, допускалась и другими исследователями [24]. Привлечение геологических данных по смежным районам, а также материалов магнито- и гравиразведки позволило нам составить схему тектонического строения исследуемого региона (рисунок 3).

Детали внутренней структуры этих зон пока не поддаются расшифровке. Не исключено, что с появлением более представительных магнитометрических материалов представления о строении района существенно изменяется, как это произошло, например, с Южно-Мангышлакским геоблоком, выделявшимся ранее в качестве крупного массива с докембрийской сиалической корой [1, 2]. Предпосылкой этому может служить наличие в пределах Карабогазского свода магнитных аномалий северо-западной ориентировки [25], что является характерным признаком палеозойских структурных элементов. Магнитные аномалии такого же простирания установлены в северо-западном Прикарабогазье, частично захваченным высокоточной аэромагнитной съемкой [9 - 11].

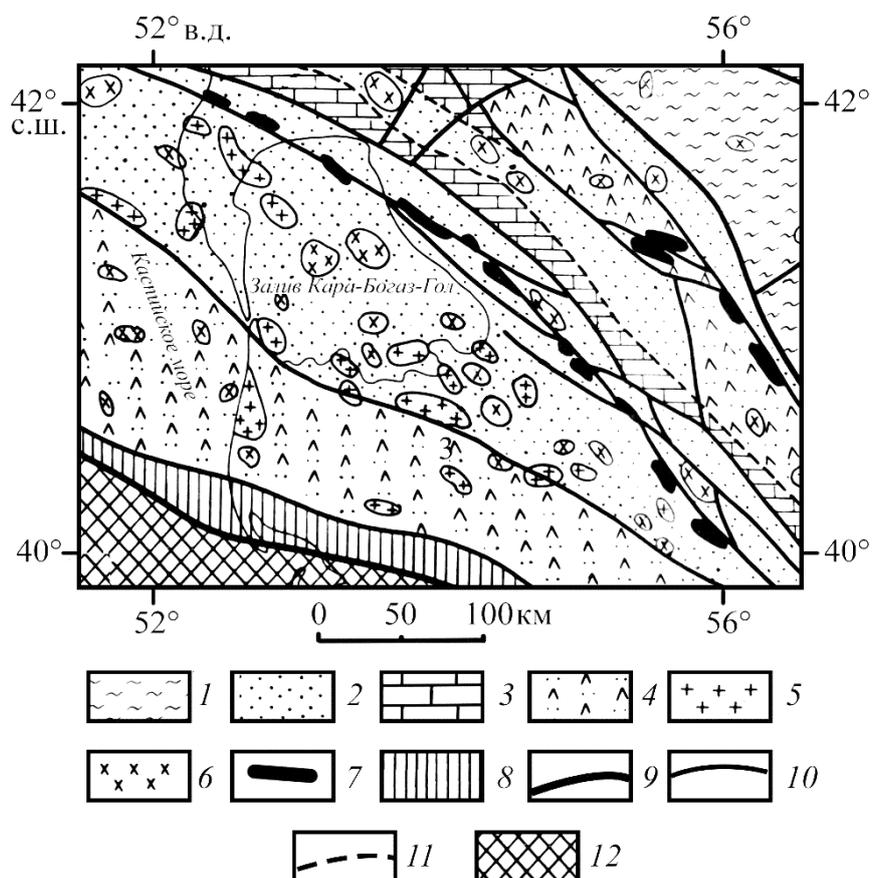


Рисунок 3 - Схема внутреннего строения фундамента Карабогазского свода,

где: 1 – байкальские (?) складчато-метаморфические комплексы; 2–3 – формации прогибов типа краевых морей: 2 – терригенно-сланцевые, 3 – карбонатно-сланцевые; 4 – метаморфизованные вулканогенно-осадочные формации; 5 – гранитоиды; 6 – интрузии повышенной основности; 7 – гипербазиты; 8 – базиты и ультрабазиты нерасчлененные; 9–10 – разломы: 9 – главные, 10 – второстепенные; 11 – границы тектонических зон; 12 – альпийская складчатая система

**Заключение.** Исходя из изложенного выше, нам представляется более предпочтительным рассматривать Карабогазский геоблок в качестве герцинского мегантиклинория молодой платформы. Слагающие его осадочно-метаморфические и вулканогенно-осадочные породы, прорванные многочисленными интрузиями гранитоидов, представляют собой образования активной окраины.

**Финансирование.** Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 19-05-00165 а.

**Financing.** The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant 19-05-00165 a.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Буш В.А., Гарецкий Р.Г., Кирюхин Л.Г. Тектоника эпигеосинклинального палеозоя Туранской плиты и ее обрамления. М.: Наука, 1975. 192 с.
2. Кунин Н.Я. Промежуточный структурный этаж Туранской плиты. М.: Недра, 1974. 264 с.
3. Кузнецов Н.Б., Романюк Т.В. Пери-Гондванские блоки в структуре южного и юго-восточного обрамления Восточно-Европейской платформы // Геотектоника. 2021. № 4. С. 3–40. DOI: 10.31857/S0016853X2104010X.
4. Abbo A., Avigad D., Gerdes A. Crustal evolution of Peri-Gondwana crust into present day Europe: The Serbo-Macedonian and Rhodope massifs as a case study // Lithos. 2020. Vol. 356–357. P. 105295. DOI: 10.1016/j.lithos.2019.105295.
5. Stephan T., Kroner U., Romer R.L. The pre-orogenic detrital zircon record of the Peri-Gondwanan crust // Geol. Magazine. 2019. Vol. 156. No. 2. Pp. 281–307. DOI: 10.1017/S0016756818000031.
6. Torsvik T.H. Earth history: A journey in time and space from base to top // Tectonophysics. 2019. Vol. 760. Pp. 293–313. DOI: 10.1016/j.tecto.2018.09.009.
7. Попков В.И., Попков И.В. Состав и постдиагенетические преобразования отложений нижнего структурного яруса палеозоя Запада Туранской плиты // Геология, география и глобальная энергия. 2019. № 4 (75). С. 67–77.
8. Попков В.И., Попков И.В. Структурно-формационная характеристика верхнепалеозойских отложений запада Туранской плиты // Геология, география и глобальная энергия. 2019. № 4 (75). С. 9–17.
9. Попков В.И., Калинин М.И., Сейфулин Ш.М. Глубинное строение запада Туранской плиты // Доклады АН СССР. 1985. Т. 284. № 41. С. 939–943.
10. Попков В.И., Попков И.В. Структура фундамента Мангышлака и Устюрта по геофизическим данным // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук республика Башкортостан. 2020. № 27. С. 52–57.
11. Попков В.И., Попков И.В. Тектоническое районирование и внутренняя структура фундамента Скифско-Туранской платформы // Геология, география и глобальная энергия. 2021. № 1 (80). С. 24–32.
12. Ахмедбейли Ф.С., Берлин Ю.М., Богданов Н.А., Волчегурский Д.Ф., Воцалаевский Э.С., Гаджиев А.Н., Гассеми М., Гулиев И.С., Захидов А.Ю., Измаилзаде А.Д., Кенгерли Т.Н., Коробанов В.В., Короновский Н.В., Костюченко С.Л., Левин Л.Э., Мамедов А.В., Марина М.М., Мирзоев Д.А., Одеков О.А., Пилифософов В.М., Пирбудагов В.М., Попков В.И., Хаин В.Е., Чехович П.А., Шлыгин Д.А. Международная тектоническая карта Каспийского моря и его обрамления.. М-б 2 500 000. Объяснительная записка. М.: Научный Мир, 2006. 120 с.

13. Куприн П.Н. Возраст и структура фундамента Карабогазского свода // Доклады АН СССР. 1974. Т. 219. № 6. С. 1445–1448.
14. Куприн П.Н. Магматические породы фундамента Южного Мангышлака // Доклады АН СССР. 1982. Т. 262. № 2. С. 387–391.
15. Куприн П.Н., Мирзаханов М.К. Новые данные о строении фундамента Южного Прикарабогазья // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1962. Т. 37. Вып. 2. С. 5–23.
16. Князев В.С., Чарыгин А.М., Шнип О.А., Султанова М.Ф. Последовательность образования магматических комплексов фундамента Туранской плиты // Фундамент, основные разломы Туранской плиты в связи с ее нефтегазоносностью. М.: Недра, 1970. С. 5–15.
17. Князев В.С., Флоренский П.В., Чарыгин А.М., Шнип О.А. Метаморфизованные осадочно-вулканогенные породы складчатого фундамента Туранской плиты // Фундамент, основные разломы Туранской плиты в связи с ее нефтегазоносностью. М.: Недра, 1970. С. 16–54.
18. Князев В.С., Титова Г.М., Шнип О.А. Метаморфические породы фундамента Туркменской антиклизы. М.: МИНХиГП, 1977. С. 15–20.
19. Негрей Е.В., Соболев Р.Н. Семейство лейкогранитов. // Магматические горные породы. Под ред. О.А. Богатикова. М.: Наука, 1983. Ч. 2. 320 с.
20. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород. Изд. 2-е. М.: Высшая школа, 1974. 348 с.
21. Popkov V.I., Popkov I.V. Tectonics of the Basement of the Kara-Bogaz Arch (Turan Plate) // *Geotectonics*, 2022. No. 1. Pp. 68–78. DOI: 10.1134/S001685212201006X.
22. Одеков О.А., Захидов А.У., Аширмамедов М., Гельдыев Э., Мелихов В.Н., Кумшиев О., Ибрагимов А.Б., Аннаев Д., Гайипов С. Фундамент Прикарабогазья и первые результаты его исследования параметрическим бурением // Нефть и газ Туркменистана. 2002. № 6. С. 19–27.
23. Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Хераскова Т.Н. Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования. М.: ГЕОС, 2010. 64 с.
24. Летавин А.И. Фундамент молодой платформы юга СССР. М.: Наука, 1987. 152 с.
25. Глазунова А.В. Структурно-фациальные зоны палеозойского фундамента на территории Туркмении (по геофизическим данным) // Материалы по геофизическим исследованиям. Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 104. Л.: 1964. С. 13–30.
26. Галиев Р.Р., Абдрахимов Р.И. Построение концептуальной модели осадконакопления отложений тюменской свиты на основе данных бурения и изменения характеристик сейсмической записи. // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2022. №4. С. 39-47.

27. Казанцева Т.Т. О гипербазитах и меланже на Южном Урале. Практическая значимость. // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. №1. С. 67-73.

## REFERENCES

1. Bush V.A., Garetsky R.G., Kiryukhin L.G. Tectonics of the epigeosynclinal Paleozoic of the Turan Plate and its framing. M.: Nauka, 1975. 192 p.
2. Kunin N.Ya. Intermediate structural stage of the Turan Plate. Moscow: Nedra, 1974. 264 p.
3. Kuznetsov N.B., Romanyuk T.V. Peri-Gondwanan blocks in the structure of the southern and southeastern framing of the East European Platform // Geotectonics. 2021. No. 4. Pp. 3–40. DOI: 10.31857/S0016853X2104010X.
4. Abbo A., Avigad D., Gerdes A. Crustal evolution of Peri-Gondwana crust into present day Europe: The Serbo-Macedonian and Rhodope massifs as a case study // Lithos. 2020. Vol. 356–357. P. 105295. DOI: 10.1016/j.lithos.2019.105295.
5. Stephan T., Kroner U., Romer R.L. The pre-orogenic detrital zircon record of the Peri-Gondwanan crust // Geol. Magazine. 2019. Vol. 156. No.2. Pp. 281–307. DOI: 10.1017/S0016756818000031.
6. Torsvik T.H. Earth history: A journey in time and space from base to top // Tectonophysics. 2019. Vol. 760. Pp. 293–313. DOI: 10.1016/j.tecto.2018.09.009.
7. Popkov V.I., Popkov I.V. Composition and post-diagenetic transformations of the deposits of the lower structural stage of the Paleozoic of the Western Turan Plate // Geology, Geography and Global Energy. 2019. No. 4 (75). Pp. 67–77.
8. Popkov V.I., Popkov I.V. Structural and formational characteristics of the Upper Paleozoic deposits in the west of the Turan Plate // Geology, Geography and Global Energy. 2019. No. 4 (75). Pp. 9–17.
9. Popkov V.I., Kalinin M.I., Seifulin Sh.M. Deep structure of the west of the Turan Plate // Doklady AN SSSR. 1985. Vol. 284. No. 41. Pp. 939–943.
10. Popkov V.I., Popkov I.V. Basement structure of Mangyshlak and Ustyurt according to geophysical data // Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2020. No. 27. Pp. 52–57.
11. Popkov V.I., Popkov I.V. Tectonic zoning and internal structure of the basement of the Scythian-Turan platform // Geology, geography and global energy. 2021. No. 1 (80). Pp. 24–32.
12. F. S. Akhmedbeyli, Yu. M. Berlin, N. A. Bogdanov, D. F. Volchegursky, A. N. Gadzhiev, Votsalaevsky E. ., Izmailzade A.D., Kengerli T.N., Korobanov V.V., Koronovsky N.V., Kostyuchenko S.L., Levin L.E., Mamedov A.V., Marina M.M., Mirzoev D.A., Odekov O.A., Pilifosofov V.M., Pirbudagov V.M., Popkov V.I., Khain V.E., Chekhovich P.A., Shlygin D.A. International tectonic map of the

- Caspian Sea and its framing. Mb 2,500,000. Explanatory note. M.: Scientific World, 2006. 120 p.
13. Kuprin P.N. Age and structure of the foundation of the Karabogaz vault // Doklady AN SSSR. 1974. Vol. 219. No. 6. Pp. 1445–1448.
  14. Kuprin P.N. Igneous rocks of the South Mangyshlak basement // Doklady AN SSSR. 1982. Vol. 262. No. 2. Pp. 387–391.
  15. Kuprin P.N., Mirzakhonov M.K. New data on the structure of the basement of the Southern Pre-Karabogaz region // Byull. MOIP. Dep. geol. 1962. T. 37. Issue 2. Pp. 5–23.
  16. Knyazev V.S., Charygin A.M., Shnip O.A., Sultanova M.F. The sequence of formation of igneous complexes of the basement of the Turan Plate // Fundament, the main faults of the Turan Plate in connection with its oil and gas potential. M.: Nedra, 1970. Pp. 5–15.
  17. Knyazev V.S., Florensky P.V., Charygin A.M., Shnip O.A. Metamorphosed sedimentary-volcanic rocks of the folded basement of the Turan Plate // Foundation, the main faults of the Turan Plate in connection with its oil and gas potential. Moscow: Nedra, 1970. Pp. 16–54.
  18. Knyazev B.C., Titova G.M., Shnip O.A. Metamorphic rocks of the basement of the Turkmenian anticline. M.: MINKHIGP, 1977. Pp. 15–20.
  19. Negrey E.V., Sobolev R.N. Leucogranite family. // Igneous rocks. Ed. O.A. Bogatikov. M.: Nauka, 1983. Part. 2. 320 p.
  20. Logvinenko N.V. Petrography of sedimentary rocks. Ed. 2nd. M.: Higher school, 1974. 348 p.
  21. Popkov V.I., Popkov I.V. Tectonics of the Basement of the Kara-Bogaz Arch (Turan Plate) // Geotectonics, 2022. No. 1. Pp. 68–78. DOI: 10.1134/S001685212201006X.
  22. Odekov O.A., Zakhidov A.U., Ashirmamedov M., Geldiev E., Melikhov V.N., Kumshiev O., Ibragimov A.B., Annaev D., Gayipov S. Foundation of the Karabogaz region and the first results its research by parametric drilling // Oil and gas of Turkmenistan. 2002. No. 6. Pp. 19–27.
  23. Leonov Yu.G., Volozh Yu.A., Antipov M.P., Bykadorov V.A., Kheraskova T.N. Consolidated crust of the Caspian region: zoning experience. M.: GEOS, 2010. 64 p.
  24. Letavin A.I. The foundation of a young platform in the south of the USSR. M.: Nauka, 1987. 152 p.
  25. Glazunova A.V. Structural-facies zones of the Paleozoic basement on the territory of Turkmenistan (according to geophysical data) // Materials on geophysical research. Proceedings of VSEGEI. New episode. T. 104. L.: 1964. Pp. 13–30.
  26. Galiev R.R. Abdrakhimov R.I. Construction of a conceptual model of sedimentation of deposits of the Tyumen formation based on drilling data and

changes in the characteristics of the seismic record. // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. No. 4. pp. 39-47.

27. Kazantseva T.T. About hyperbasites and melange in the Southern Urals. Practical significance. // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. No. 1. pp. 67-73.

***Сведения об авторах:***

***Попков Василий Иванович***, профессор, доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, профессор кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, заслуженный деятель науки Кубани, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». E-mail: [geoskubsu@mail.ru](mailto:geoskubsu@mail.ru). ORCID: 0000-0002-2959-4901.

***Попков Иван Васильевич***, доцент, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». E-mail: [iv-popkov@mail.ru](mailto:iv-popkov@mail.ru). ORCID: 0000-0002-2386-661.

***Author's personal details:***

***Popkov Vasily Ivanovich***, Professor, Member of Russian Academy of Natural Sciences, Professor of the Chair of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnical, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation. E-mail: [geoskubsu@mail.ru](mailto:geoskubsu@mail.ru). ORCID: 0000-0002-2959-4901.

***Popkov Ivan Vasilyevich***, PhD, Associate Professor Chair of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnical, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation. E-mail: [iv-popkov@mail.ru](mailto:iv-popkov@mail.ru). ORCID: 0000-0002-2386-661.

© Попков В.И., Попков И.В.

## ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

© Чудинова Дарья Юрьевна, © Котенёв Артем Юрьевич,  
© Махныткин Евгений Михайлович, © Чиликин Виктор Максимович,  
© Климин Руслан Валерикович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»  
Уфа, Российская Федерация

**Аннотация.** На сегодняшний день большое количество месторождений Среднего Приобья Западной Сибири находится на поздних стадиях разработки. Суммарно за год на каждом из них проводится большое количество геолого-технических мероприятий. Данные мероприятия проводятся на всем периоде эксплуатации месторождения, но особенно на поздних стадиях разработки, с целью максимально-возможного извлечения остаточной нефти. Однако максимальной эффективности по выработке остаточных запасов углеводородов от применения мероприятий невозможно достичь без изучения геологического строения и неоднородности исследуемого объекта. Нефтегазоносные пласты являются сложно-построенными и анизотропными по геолого-физическим параметрам: гранулометрический состав, переслаивание проницаемых пропалстков и не непроницаемых, структура порового пространства, от которой зависит пористость и проницаемость, текстура и так далее. Одним из главных факторов, который оказывает влияние на извлечение запасов углеводородов из продуктивного коллектора и эффективность проведения различных видов ГТМ, принято считать геологическую неоднородность, которая разделяется на микро- и макронеоднородность. Исследование анизотропии пласта позволяет уточнить направление фильтрационных потоков нефти или газа, как в плане, так и по разрезу. Именно объемный подход к изучению данной проблемы способствует к достижению максимально-правильного подбора геолого-технических мероприятий на всех стадиях разработки месторождения. Данная статья посвящена сравнительному анализу эффективности проведенных геолого-технических мероприятий на группе месторождений Среднего Приобья Западной Сибири, структурно приуроченным к Сургутскому и Нижневартовскому своду, с точки зрения промыслового эффекта, а именно оценивается удельный скважинный эффект, в зависимости от геологического строения групп пластов. Объектом исследования являются разновозрастные группы пластов месторождений Среднего Приобья.

**Ключевые слова:** Юрские отложение, меловые отложения, неоднородность, пористость, проницаемость, геолого-технические мероприятия, Западная Сибирь, Среднее Приобье.

# THE INFLUENCE OF GEOLOGICAL STRUCTURE PRODUCTIVE SEDIMENTS MIDDLE OB ON EFFICIENCY PRODUCTION ENHANCEMENT OPERATIONS

© Chudinova Daria Yuryevna, © Kotenev Artem Yuryevich,  
© Makhnytkin Evgeniy Mikhailovich, © Chilikin Viktor Maksimovich,  
© Klimin Ruslan Valerikovich

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State  
Petroleum Technological University", Ufa, Russian Federation

**Summary.** To date, a large number of deposits in the Middle Ob region of Western Siberia are in the late stages of development. In total, a large number of geological and technical events are held at each of them during the year. These measures are carried out throughout the entire period of operation of the field, but especially at the late stages of development, in order to extract the residual oil as much as possible. However, maximum efficiency in the development of residual hydrocarbon reserves from the use of measures cannot be achieved without studying the geological structure and heterogeneity of the object under study. Oil and gas bearing formations are complexly constructed and anisotropic in terms of geological and physical parameters: granulometric composition, interlayer of permeable and non-permeable layers, the structure of the pore space, on which porosity and permeability depend, texture, and so on. Geological heterogeneity, which is divided into micro- and macro-heterogeneity, is considered to be one of the main factors that affects the extraction of hydrocarbon reserves from a productive reservoir and the effectiveness of various types of GTM. The study of the anisotropy of the reservoir makes it possible to clarify the direction of filtration flows of oil or gas, both in plan and in section. It is the volumetric approach to the study of this problem that contributes to achieving the most correct selection of geological and technical measures at all stages of field development. This article is devoted to a comparative analysis of the effectiveness of geological and technical measures carried out on a group of deposits of the Middle Ob region of Western Siberia, structurally confined to the Surgut and Nizhnevartovsk vaults, from the point of view of the field effect, namely, the specific well effect is estimated, depending on the geological structure of the formation groups. The object of the study is different age groups of layers of deposits of the Middle Ob region.

**Key words:** Jurassic sediments, Cretaceous sediments, heterogeneity, porosity, permeability, production enhancement operations, Western Siberia, Middle Ob.

**Введение.** Затруднительно добиться максимальной добычи углеводородов на зрелых месторождениях, без учета анализа ранее проводимых геолого-технических мероприятий и геологической анизотропии, в том числе на месторождениях-аналогах.

**Актуальность.** Проводимый анализ позволяет подобрать наиболее эффективные геолого-технические мероприятия (ГТМ), которые способствуют максимальному увеличению коэффициента извлечения нефти (КИН).

Анализ, приведенный в работе, основан на изучении проведенных ГТМ на месторождениях Среднего Приобья. Прделанный авторами анализ по изучению геолого-геофизических свойств отложений позволил разделить их на 3 большие группы:

- группа АС/АВ (меловой период – сангопайская, ванденская, алымская свиты);

- группа БС/БВ (меловой период – сортымская, мегионская, усть-балыкская свиты);

- группа ЮС/ЮВ (юрский период – васюганская, тюменская свиты [1]).

Каждая из этих групп отличается своим набором геолого-геофизических и промысловых данных, которые в свою очередь напрямую или косвенно влияют на выработку запасов и эффективность проведения ГТМ.

Образование месторождений Среднего Приобья Западной Сибири происходило в различных условиях и обстановках осадконакопления, а также в определенные геологические эпохи. Исходя из этого, большая часть продуктивных пластов имеет сложное (неоднородное) строение и отличный друг от друга набор свойств: минеральный и гранулометрический состав, отсортированность материала, состав и тип цемента и т.д [2].

Совокупность этих свойств объясняет отличия текстурно-структурных признаков продуктивных горизонтов и уникальность порового пространства коллекторов.

Геологический разрез данной территории представлен песчано-глинистыми отложениями платформенного комплекса мезозойско-кайнозойского возраста (рисунок 1).

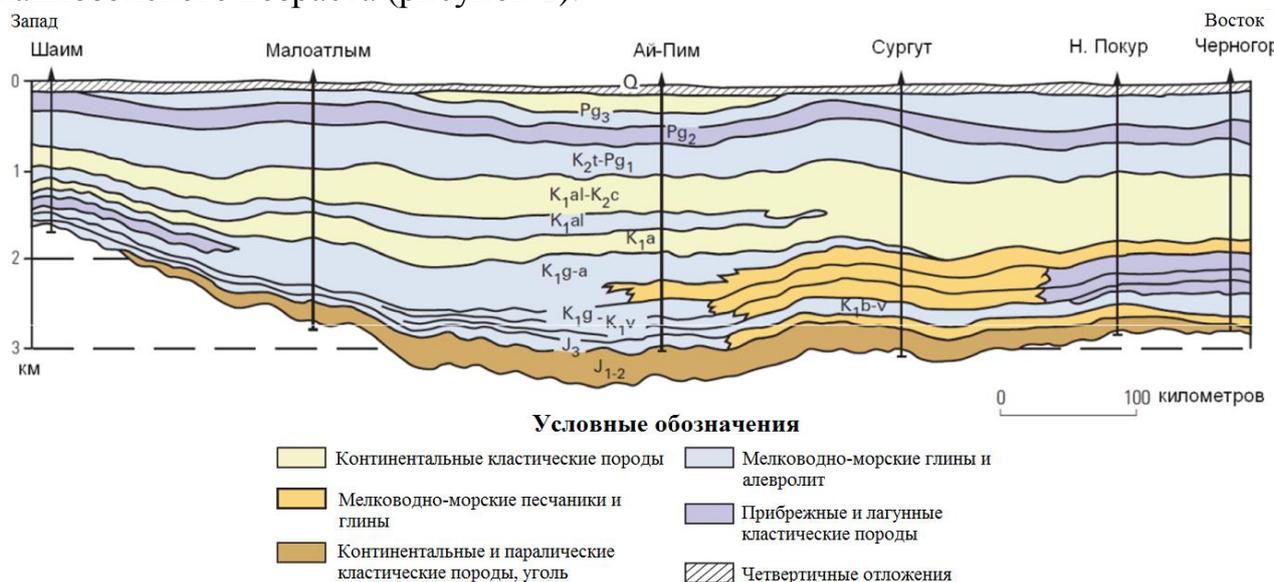


Рисунок 1 – Схематический геологический разрез через южную часть Западно-Сибирской плиты [3]

Образование пластов АС/АВ связано с регрессией морского бассейна и характеризуется прибрежно-морскими и мелководно-морскими фациальными обстановками [4, 5]. Зачастую пласты АС/АВ характеризуется неоднородностью литологического состава, и, вследствие этого, изменением эффективных толщин

(вплоть до 0) по вертикали и латерали. Песчаники данной группы пластов могут быть заглинизированы как в верхней части разреза, так и, наоборот, в нижней. Также встречаются пласты с неравномерными прослоями неколлекторов и коллекторов. Пористость изменяется в пределах от 0,2 % до 36,7 %. Проницаемость изменяется в пределах от  $0,01 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> до  $5535,0 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

Пласты БС/БВ образовывались в прибрежно-морских, морских и глубоководно-морских фациальных зонах [4; 6, 7]. Пласты данной группы отличаются однородностью литологического и гранулометрического состава, особенно пласты, образованные в неокомское время. Продуктивные горизонты, залегающие ниже по разрезу, имеют заниженные ФЕС, в результате заполнения пор регенерационными каемками, вследствие уплотнения. Пористость изменяется в пределах от 1,5 % до 28,2 %. Проницаемость изменяется в пределах от  $0,01 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> до  $1869,5 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

Образование пластов ЮС/ЮВ происходило в мелководно-морских, переходных (авандельты, дельты и т.д.) и континентальных обстановках осадконакопления [4]. Пласты зачастую представлены карбонатистыми прослоями алевролитов и песчаников. Примесь карбонатных минералов способствует к сохранению пористости на прежнем уровне, так как карбонатный материал препятствует дальнейшему уплотнению при процессах катагенеза [1, 8-10]. Пористость изменяется в пределах от 0,2 % до 26,2 %. Проницаемость изменяется в пределах от  $0,01 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> до  $306,8 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

Средние характеристики и их разброс представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние геолого-физические характеристики групп пластов части месторождений Среднего Приобья

Характеристики неоднородности		Группы пластов		
		АС/АВ	БС/БВ	ЮС/ЮВ
Микро-	Пористость, д.е.	$\frac{0,20}{0,187 \div 0,215}$	$\frac{0,18}{0,140 \div 0,220}$	$\frac{0,15}{0,129 \div 0,174}$
	Проницаемость, $10^{-3}$ мкм <sup>2</sup>	$\frac{122}{65 \div 197}$	$\frac{54}{1 \div 265}$	$\frac{10}{0,7 \div 42}$
Макро-	Эфф.толщина, м	$\frac{9,71}{1,6 \div 29,4}$	$\frac{8,63}{1,1 \div 29,7}$	$\frac{6,37}{2,2 \div 19,9}$
	Расчленённость, ед.	$\frac{2}{1 \div 4}$	$\frac{5}{1 \div 14}$	$\frac{4}{1 \div 13}$
	Песчанистость, д.ед	$\frac{0,35}{0,15 \div 0,67}$	$\frac{0,43}{0,18 \div 0,95}$	$\frac{0,37}{0,13 \div 0,58}$

Обобщая выше сказанное, наилучшими фильтрационно-емкостными характеристиками обладает группа пластов АС/АВ. Самой однородной и выдержанной по толщине – группа пластов БС/БВ. Некоторые запасы,

содержащиеся в группе ЮС/ЮВ, близки к трудноизвлекаемым запасам из-за низкой проницаемости коллекторов [5; 9, 10].

Для оценки эффективности геолого-технических мероприятий был проведен ретроспективный анализ ГТМ по группе месторождений Среднего Приобья. Оценивались следующие характеристики: удельный эффект, количество лет, за которое проводились мероприятия и количество этих операций. Мероприятия были разделены по месторождениям, связанными с конкретными тектоническими структурами, а также по группам методов:

- физические методы – гидроразрыв пласта (ГРП) и забуривание боковых стволов (ЗБС);
- физико-химические методы (ФХМУН);
- обработка призабойных зон пласта (ОПЗ);
- гидродинамические методы (ГДМ).

На основании проведенного авторами анализа проведения ГТМ были получены следующие выводы:

#### **Группа пластов АС/АВ.**

**Физические методы.** Наибольшей эффективностью отличается ЗБС – минимальный удельный эффект составляет 20,5 тыс.т/скв-опер. (объект АВ4), максимальный – 55,1 тыс.т./скв-опер. (объект АВ6), средний удельный эффект составляет 26,6 тыс.т/скв-опер. Всего проведено 359 операций по данной группе по представленным месторождениям. Наибольшее количество – 219 операций проведены для объекта АВ1-3 с удельным эффектом 20,9 тыс.т/скв-опер. Средний удельный эффект для данной группы пластов составляет 6,81 тыс.т/скв-опер и всего проведено 369 операций.

ФХМУН также являются предпочтительными для данной группы пластов – минимальный удельный эффект составляет 1,19 тыс.т/скв-опер. (объект АВ1-3), максимальный – 1,44 тыс.т/скв-опер. (объект АВ8), средний удельный эффект составляет 1,21 тыс.т/скв-опер. В общей сложности по имеющимся данным проведено 788 операций. Наибольшее количество – 703 операции проведены для объекта АВ1-3 с удельным эффектом 1,19 тыс.т/скв-опер.

Гидродинамические методы, а именно нестационарное заводнение показывают меньшую эффективность по сравнению с теми же методами для группы пластов БС/БВ. Всего проведено 80 операции с удельным эффектом 0,19 тыс.т/скв-опер.

Химическое воздействие на ПЗП невозможно оценить из-за отсутствия данных по данной группе пластов.

### **Группа пластов БС/БВ**

**Физические методы.** Наибольшей эффективностью, исключая БС1-2/БВ1-2, отличается ГРП – минимальный и максимальный удельный эффект составляет 8,4 и 38,54 тыс.т/скв-опер соответственно. Средний удельный прирост составляет 17,5 тыс.т/скв-опер. Общее число операций по данной группе пластов – 6651 операций. Наибольшее количество – 3813 операций проведены для объекта БВ8 с удельным эффектом 16,02 тыс.т/скв-опер. Средний удельный эффект от ЗБС для данной группы пластов составляет 14,65 тыс.т/скв-опер и всего проведено 286 операций.

ФХМУН отличаются чуть большей эффективностью по сравнению с группой пластов АС/АВ (средний удельный эффект АС/АВ – 1,44 тыс.т/скв-опер), минимальный удельный эффект составляет 0,77 тыс.т/скв-опер (объект БС10), максимальный – 2,23 тыс.т/скв-опер (объект БС11). Средний удельный эффект составляет 1,48 тыс.т/скв-опер. Общее число операций – 2016 операций. Наибольшее количество – 1846 операций для объекта БС10 с удельным эффектом 1,45 тыс.т/скв-опер.

ОПЗ для данной группы имеют разный эффект для разных пластов. Минимальный удельный эффект (исключая пласт БС0 из-за малого количества операций – 3 операции) составляет 0,23 тыс.т/скв-опер (объект БВ7), максимальный – 1,72 тыс.т/скв-опер (объект БС8). Средний удельный эффект составляет 1,03 тыс.т/скв-опер. Всего проведено 3991 операция, наибольшее количество для пластов БС8/БВ8 – 1942 операции с удельным эффектом 1,33 тыс.т/скв-опер. Удельный эффект для большей части пластов, а именно 8 из 11, находится ниже среднего по всей группе.

Гидродинамические методы, как говорилось ранее, более эффективны по сравнению с группой пластов АС/АВ (средний удельный эффект АС/АВ – 0,19 тыс.т/скв-опер). Минимальный удельный эффект составляет 0,19 тыс.т/скв-опер (объект БВ8), максимальный удельный эффект 2,22 тыс.т/скв-опер (объект БС8). Средний удельный эффект по всем пластам составляет 0,69 тыс.т/скв-опер. Всего проведено 3589 операций, наибольшее количество – 2399 операций выполнены для пласта БС10 с удельным эффектом 0,66 тыс.т/скв-опер.

### **Группа пластов ЮВ/ЮС**

**Физические методы.** Наиболее предпочтительны проведение ГРП – минимальный и максимальный удельный эффект составляет 2,78 и 15,6 тыс.т/скв-опер соответственно. Средний удельный прирост составляет 13,1 тыс.т/скв-опер. Общее число операций по данной группе пластов – 1678 операций. Количество операций ЗБС составляет всего 110 операций, что не совсем сопоставимо с количеством операций ГРП, поэтому для качественной оценки необходимо увеличение выборки.

ФХМУН для группы пластов ЮС/ЮВ по сравнению с другими группами пластов является наименее эффективным – средний удельный эффект составляет

0,52 тыс.т/скв-опер. Всего проведено 393 операции. Минимальный удельный эффект – 0,51 тыс.т/скв-опер (объект ЮВ1), максимальный удельный эффект – 0,77 тыс.т/скв-опер (объект ЮС1). Наибольшее количество операций выполнено для пласта ЮВ1 – 371 операция.

ОПЗ также дают меньший эффект по сравнению с группой пластов БС/БВ (средний удельный эффект данной группы составляет 1,03 тыс.т/скв-опер). Минимальный удельный эффект – 0,36 тыс.т/скв-опер (объект ЮС1), а максимальный составляет 0,56 тыс.т/скв-опер (объект ЮВ1). Всего проведено 55 операций со средним удельным эффектом 0,39 тыс.т/скв-опер.

Гидродинамические методы также дают меньший эффект по сравнению с группой пластов БС/БВ (средний удельный эффект данной группы составляет 0,69 тыс.т/скв-опер), но сопоставимы с группой пластов АС/АВ (средний удельный эффект данной группы составляет 0,19 тыс.т/скв-опер). Средний удельный эффект составляет 0,2 тыс.т/скв-опер. Всего проведено 97 операций. Из рассмотрения были убраны данные с пласта ЮС1 Южно-Ягунского месторождения из-за малого количества операций (3 операции).

Ниже представлена сводная таблица №2 средней удельной эффективности для всех групп и методов.

Далее авторами проведен анализ удельного эффекта на скважину внутри каждой группы пластов с целью установления геолого-геофизических параметров, оказывающих влияние на эффективность ГТМ.

Как упоминалось ранее, ГРП для группы пластов АС/АВ менее эффективно по сравнению с ЗБС, особенно выделяется пласт АВ7 (удельный эффект – 1,7 тыс.т/скв-опер). Это связано с тем, что пласты обладают неоднородностью по ФЕС, высокой расчлененностью и плохо-выраженными глинистыми перемычками. После проведения ГРП происходит прорыв из обводненных высокопроницаемых пропластков в целевые интервалы, и дополнительная добыча падает.

Приведенные выше геологические проблемы связаны со всей группой пластов АС/АВ, что и объясняет меньшую эффективность ГРП по сравнению ЗБС для этой же группы пластов.

Относительно низкая эффективность ГДМ для группы пластов АС/АВ объясняется неравномерностью продвижения фронта закачиваемой воды, как по толщине, так и по площади пластов. Неравномерность обуславливается неоднородностью по вертикали и зональной анизотропией по площади. В итоге вода прорывается по прослоям и зонам с высокой проницаемостью и эффект от ГДМ падает.

Таблица 2 – Средние удельные эффекты по всем методам для всех групп пластов

Метод		Физические – ГРП		
		АС/АВ	БС/БВ	ЮС/ЮВ
Показатели				
Ср. удельный эффект, тыс.т/скв-опер		6,81	17,5	13,1
Всего операций		369	6651	1678
Метод		Физические – ЗБС		
		АС/АВ	БС/БВ	ЮС/ЮВ
Показатели				
Ср. удельный эффект, тыс.т/скв-опер		26,6	14,65	6,6
Всего операций		359	286	118 (77)*
Метод		ФХМУН		
		АС/АВ	БС/БВ	ЮС/ЮВ
Показатели				
Ср. удельный эффект, тыс.т/скв-опер		1,21	1,48	0,52
Всего операций		788	2016	393
Метод		ОПЗ		
		АС/АВ	БС/БВ	ЮС/ЮВ
Показатели				
Ср. удельный эффект, тыс.т/скв-опер		нет данных	1,03	0,39
Всего операций		нет данных	3991	55
Метод		ГДМ		
		АС/АВ	БС/БВ	ЮС/ЮВ
Показатели				
Ср. удельный эффект, тыс.т/скв-опер		0,19	0,69	0,2
Всего операций		80	3589	97

\* только по 77 операциям имеются данные по доп. добыче

На пластах группы БС/БВ имеют высокий эффект, в сравнении с другими группами пластов, почти все ГТМ.

Группа характеризуется однородностью по площади и толщине, а также имеют выдержанные и мощные глинистые перемычки, отделяющие продуктивные пласты, что предотвращает прорывы между ними. Также эти пласты обладают пониженными ФЕС, по сравнению с группой пластов АС/АВ, вследствие регенерационных кварцевых каемок, особенно это касается ниже залегающих пластов, и, как следствие, применение ГРП на них наиболее эффективно [11-13]. Например, максимальный удельный эффект достигнут на пласте БС11 одного из исследуемых месторождений и составляет 31,9 тыс.т/скв-опер.

При применении ФХМУН на исследуемых месторождениях используются полимерные методы, а именно закачка полиакриламида (ПАА). При данном методе увеличения нефтеотдачи, подбираются изотропные пласты [10; 12; 14]. В противном случае будет проследиваться малая эффективность, т.к. гидродинамическая связь будет низкой или отсутствовать вовсе. Группа пластов БС/БВ отличается однородным строением и изотропией,

что и приводит к повышенной эффективности ФХМУН. Но на некоторых месторождениях имеются участки с высокой изменчивостью фильтрационно-ёмкостных свойств, на которых обработки практически не проводятся.

Высокая эффективность ГДМ и ОПЗ на пластах БС/БВ объясняется большим количеством выполненных обработок по сравнению с другими группами пластов, что делает сравнительный анализ неправильным, за счет завышения результатов.

Пласты группы ЮС/ЮВ из всех трех групп отличаются средними показателями по ГРП. Одной из главных проблем для данной группы пластов является снижение дебитов скважин после ГРП с течением времени. Данная проблема связана не только с относительно низкой пористостью и проницаемостью [9; 15], а также со слабой гидродинамической связью с системой поддержания пластового давления, но и с увеличением проводимых повторно разрывов пласта. Совмещая повторные разрывы, пониженную энергетику пласта и большую выработку запасов, получают малый эффект от проведенных мероприятий [12]. Для остальных методов трудно установить влияние геолого-геофизические и промысловых характеристик из-за малого количества проведенных операций (для 3-х групп методов меньше 100 операций).

**Заключение.** По итогам проделанного сравнительного анализа эффективности геолого-технических мероприятий, а также анализа неоднородности групп пластов мелового и юрского возраста части месторождений Среднего Приобья Западной Сибири, можно сделать следующий вывод:

- для группы пластов АС/АВ наибольшей эффективностью отличаются зарезка боковых стволов. Высокий эффект обусловлен набором геолого-физических особенностей этой группы, а именно слоистой и зональной анизотропией, приводящей к формированию застойных зон и целиков нефти.

- для пластов группы БС/БВ относительно эффективны практически все рассмотренные ГТМ, ЗБС дает более низкие результаты по сравнению с другими группами пластов. Данная тенденция также связана с геологическим строением пластов, а именно с тем, что пласты обладают достаточной мощностью, глинистыми перемычками, а также выдержаны по вертикали и латерали.

- пласты ЮС/ЮВ характеризуются средней эффективностью по всем мероприятиям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Реконструкция условий формирования васюганской свиты на основе использования комплекса гранулометрического анализа терригенных отложений. / Арефьев С.В., Чудинова Д. Ю., Котенев Ю.А. Шабрин Н.В., Шарафутдинов А.Р. // Нефть. Газ. Новации. 2022. № 3(256). С. 32-36. EDN KWXXKFL.
2. Палеогеография Западно-сибирского осадочного бассейна в меловом периоде / Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.А., Карогодин Ю.Н., Конторович В.А., Лебедева Н.К., Никитенко Б.Л., Попова Н.И., Шурыгин Б.Н. // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 5-6. С. 745-776. EDN QQUSWF.
3. Чудинова Д.Ю., Миннихметова Р.М. Характеристика геологического разреза Среднего Приобья Западной Сибири. // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 3. С. 1-15. URL: <https://esj.today/PDF/54SAVN322.pdf> (Дата обращения: 5.10.2023).
4. Палеогеография западно-сибирского осадочного бассейна в юрском периоде. / Конторович А.Э. Конторович В.А., Рыжкова С.В. Шурыгин Б.Н., Вакуленко Л.Г., Гайдебурова Е.А., Данилова В.П., Казаненков В.А., Ким Н.С., Костырева Е.А., Москвин В.И., Ян, П.А. // Геология и геофизика. 2013. Т.54. №8. С. 972-1012.
5. Чудинова Д.Ю., Чибисов А.В., Махныткин Е.М., Миннихметова Р.М. Оценка анализа литолого-фациальных особенностей месторождений эффективности нефтеотдачи. Евразийский научный журнал. 2022 год; 14(6): 45N3VN622. Доступно по адресу: <https://esj.today/PDF/45NZVN622.pdf>. (данные обращения: 5.10.2023).
6. Рединг Х.Г. Обстановки осадконакопления и фации. М.: Мир, 1990. 352 с.
7. Чудинова Д.Ю. Методические подходы к подготовке исходной информации для построения геологической модели (на примере пласта БС10/2-3 Тевлинско-Русскинского месторождения) / Чудинова Д.Ю., Чижов А.П., Хайдарова А.Р. // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: Сборник научных трудов. Том Выпуск 2 (7). Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство научно-технической литературы "Монография", 2013. С. 149-154. EDN UNAZWT.
8. Уточнение геологической модели продуктивных отложений васюганской свиты на основе изучения условий их формирования / Чудинова Д.Ю., Махныткин Е.М., Шабрин Н.В., Котенев А.Ю., Миннихметова Р.М. // Нефть. Газ. Новации. 2021. № 9 (250). С. 13-17.
9. Бирюкова О.Н., Нанишвили О.А., Игенбаева Н.О. Особенности формирования верхнеюрских отложений на примере объекта ЮС1 // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №6. С. 115-121. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/13>. (дата обращения: 05.10.2023).

10. Белозеров, В.Б. Влияние фациальной неоднородности терригенных коллекторов на разработку залежей углеводородов // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319, № 1. С. 123-130. EDN NWHFVB.
11. Геолого-промысловое обоснование регулирования разработки Южно-Вьинтойского месторождения на основе динамического маркерного мониторинга горизонтальных скважин / М.Р. Дулкарнаев, А.Ю. Каташов, К.Н. Овчинников, Е.А. Малявко, А.В. Буянов, Ю.А. Котенев, Ш.Х. Султанов, А.В. Чибисов, Д.Ю. Чудинова // Нефть. Газ. Новации. 2020. № 10(239). С. 64-69. EDN HAWCPY.
12. Conceptualizing a dual porosity occurrence in sandstones by utilizing various laboratory methods / D.S. Uraikov, S.S. Rahman, S. Tyson [et al.] // SOCAR Proceedings. 2021. No. 2. Pp. 8-16. DOI 10.5510/OGP20210200490. (data of access: 5.10.2023) EDN GLGOMR.
13. Влияние геологической неоднородности на эффективность выработки запасов нефти / Чудинова Д.Ю., М.Ю. Бурумбаева, А.И. Гарайшин // Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки: Материалы XIII международной научно-практической конференции, North Charleston, USA, 17–18 октября 2017 года / н.-и. ц. «Академический». Том 2. – North Charleston, USA: CreateSpace, 2017. С. 14-17. EDN ZQZTXL.
14. Геологическая неоднородность и ее влияние на выработку остаточных запасов нефти пласта / Д. Ю. Чудинова, Э. А. Закирова, А.В. Янова // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: Сборник научных трудов. Том 7 (12). Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство научно-технической литературы "Монография", 2018. С. 5-11. EDN XTJULZ.;
15. Апасов Т.К., Грачев С.И., Кудияров А.Г. Влияние фильтрационно-емкостной неоднородности низкопроницаемых коллекторов на локализацию запасов нефти на поздней стадии разработки // Актуальные проблемы нефти и газа. 2022. Вып. 4(39). С. 103–116. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art8> (Дата обращения: 5.10.2023).
16. Абдрахманов Р.Ф., Полева А.О., Еранов Е.А. Мониторинг подземных вод в зоне влияния Шкаповского и Туймазинского нефтяных месторождений. // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2022. №2. С. 5-11.
17. Галиев Р.Р. Абдрахимов Р.И. Построение концептуальной модели осадконакопления отложений тюменской свиты на основе данных бурения и изменения характеристик сейсмической записи. // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2022. №4. С. 39-47.

## REFERENCES

1. Reconstruction of the formation conditions of the vasyugan formation on the basis of the complex of grain metric analysis of terrigenous deposits / Aref'ev S.V., Chudinova D. Ju., Kotenev Ju.A. Shabrin N.V., Sharafutdinov A.R.// Oil. Gas. Innovations. 2022. No. 3 . Pp. 32-36.
2. Paleogeography of the West Siberian sedimentary basin in the Cretaceous period. / Kontorovich A.Je., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Karogodin Ju.N., Kontorovich V.A., Lebedeva N.K., Nikitenko B.L., Popova N.I., Shurygin B.N. // Geology and geophysics. 2014. Vol. 55. No 5-6. Pp. 745-776.
3. Chudinova D.Yu., Minniakhmetova R.M. Description of the geological section Middle Ob region of Western Siberia.The Eurasian Scientific Journal, 14(3): 54SAVN322. Available at: <https://esj.today/PDF/54SAVN322.pdf>. (data of access: 5.10.2023).
4. Paleogeography of the West Siberian sedimentary basin in the Jurassic period / Kontrovich A.E. Kontorovich V.A., Ryzhkova S.V. [et al.] // 2013. Vol. 54. No. 8. Pp. 972-1012.
5. Chudinova D.Yu., Chibisov A.V., Makhnytkin E.M., Minniakhmetova R.M. Evaluation of the analysis of lithofacies features of deposits of the efficiency of oil recovery. The Eurasian Scientific Journal. 2022; 14(6): 45NZVN622. Available at: <https://esj.today/PDF/45NZVN622.pdf>. (data of access: 5.10.2023).
6. Conditions of sedimentation and facies / Reading H.G. // M.: Mir, 1990. 352 p.
7. Methodological approaches to the preparation of initial information for the construction of a geological model (on the example of a reservoir BS10/2-3 Tevlinsko-Russkinskoye deposits) / D. Yu. Chudinova, A. P. Chizhov, A. R. Haidarova // Oil and gas technologies and new materials. Problems and solutions : A collection of scientific papers. Volume Issue 2 (7). Ufa: Limited Liability Company "Publishing House of Scientific and Technical Literature "Monograph", 2013. pp. 149-154. EDN UNAZWT.
8. Refinement of the geological model of productive deposits of the Vasyugan formation on the basis of studying the conditions of their formation / Chudinova D.Yu., Makhnytkin E.M., Shabrin N.V., Kotenev A.Yu., Minniakhmetova R.M. // Oil. Gas. Innovations. 2021. No. 9 (250). Pp. 13-17.
9. Peculiarities of the Formation of Upper Jurassic Deposits on the Example of the Object US1. / Biryukova, O., Nanishvili, O., & Igenbaeva, N. (2023). // Bulletin of Science and Practice, 9(6). 115-121. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/13> (Data of access: 5.10.2023).
10. The influence of facies heterogeneity of terrigenous reservoirs on the development of hydrocarbon deposits / V.B. Belozarov // Izvestiya Tomsk Polytechnic University. 2011. Vol. 319. No. 1. Pp. 123-130. EDN NWHFBB.
11. Geological and commercial justification of the regulation of the development of the Yuzhno-Vyintoyskoye field based on dynamic marker monitoring of horizontal

- wells / M. R. Dulkarnaev, A. Yu. Katashov, K. N. Ovchinnikov [et al.] // Oil. Gas. Innovations. 2020. N 10 (239). Pp. 64-69. EDN HAWCPY.
12. Conceptualizing a dual porosity occurrence in sandstones by utilizing various laboratory methods / D.S. Urakov, S.S. Rahman, S. Tyson [et al.] // SOCAR Proceedings. 2021. No. 2. Pp. 8-16. DOI 10.5510/OGP20210200490. (data of access: 5.10.2023). EDN GLGOMR.
13. The influence of geological heterogeneity on the efficiency of oil reserves production / D. Yu. Chudinova, M. Yu. Burumbayeva, A. I. Garaishin // Fundamental Science and technology - promising developments: Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference, North Charleston, USA, October 17-18, 2017 / n.-I. ts. "Academic". Vol. 2. North Charleston, USA: CreateSpace, 2017. Pp. 14-17. EDN ZQZTXL.
14. Geological heterogeneity and its influence on the production of residual oil reserves of the formation / D. Yu. Chudinova, E. A. Zakirova, A.V. Yanova // Oil and gas technologies and new materials. Problems and solutions: A collection of scientific papers. Volume 7 (12). Ufa: Limited Liability Company "Publishing House of Scientific and Technical Literature "Monograph", 2018. Pp. 5-11. EDN XTJULZ.
15. The influence of porosity and permeability heterogeneity of low permeable reservoirs on the localization of oil reserves in the late stage of development / Apasov T.K., Grachev S.I., Kudiiarov A.G. // Actual Problems of Oil and Gas. 2022. Iss. 4(39). Pp. 103–116. [https://doi.org/ 10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art8](https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art8) (data of access: 5.10.2023).
16. Abdrakhmanov R.F., Poleva A.O., Eranov E.A. Monitoring of groundwater in the zone of influence of the Shkapovskoye and Tuymazinskoye oil fields. // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. No. 2. Pp. 5-11.
17. Galiev R.R. Abdrakhimov R.I. Construction of a conceptual model of sedimentation of deposits of the Tyumen formation based on drilling data and changes in the characteristics of the seismic record. // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. №4. Pp. 39-47.

#### ***Сведения об авторах:***

***Чудинова Дарья Юрьевна***, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, 1, 450064, г.Уфа, Российская Федерация, E-mail: [miracle77@mail.ru](mailto:miracle77@mail.ru). ORCID ID: 0000-0002-4625-196X.

***Котенёв Артем Юрьевич***, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, 1, 450064, г.Уфа, Российская Федерация, E-mail: [geokot@inbox.ru](mailto:geokot@inbox.ru). ORCID ID: 0009-0008-8098-8229.

***Махныткин Евгений Михайлович***, ассистент, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, 1,

450064, г.Уфа, Российская Федерация, E-mail: [forsemazhor1997@gmail.com](mailto:forsemazhor1997@gmail.com).  
ORCID ID: 0009-0009-2228-2890.

**Чиликин Виктор Максимович**, аспирант, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, 1, 450064, г.Уфа, Российская Федерация, E-mail: [cleanlist867@mail.com](mailto:cleanlist867@mail.com). ORCID ID: 0009-0005-0105-1322.

**Климин Руслан Валерикович**, аспирант, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, 1, 450064, г.Уфа, Российская Федерация, E-mail: [rus.klimin@yandex.ru](mailto:rus.klimin@yandex.ru). ORCID ID: 0009-0008-0334-5887.

*Author's personal details:*

**Chudinova Dar'ya Yur'evna**, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Ufa State Petroleum Technological University, st. Kosmonavtov,1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: [miracle77@mail.ru](mailto:miracle77@mail.ru). ORCID ID: 0000-0002-4625-196X.

**Kotenyov Artem YUr'evich**, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Ufa State Petroleum Technological University, st. Kosmonavtov,1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: [geokot@inbox.ru](mailto:geokot@inbox.ru). ORCID ID: 0009-0008-8098-8229.

**Mahnytkin Evgenij Mihajlovich**, assistant, Ufa State Petroleum Technological University, st. Kosmonavtov,1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: [forsemazhor1997@gmail.com](mailto:forsemazhor1997@gmail.com). ORCID ID: 0009-0009-2228-2890.

**Chilikin Viktor Maksimovich**, post-graduate student, Ufa State Petroleum Technological University, st. Kosmonavtov,1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: [cleanlist867@mail.com](mailto:cleanlist867@mail.com). ORCID ID: 0009-0005-0105-1322.

**Klimin Ruslan Valerikovich**, post-graduate student, Ufa State Petroleum Technological University, st. Kosmonavtov,1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: [rus.klimin@yandex.ru](mailto:rus.klimin@yandex.ru). ORCID ID: 0009-0008-0334-5887.

© Чудинова Д.Ю., Котенев А.Ю., Махныткин Е.М., Чиликин В.М., Климин Р.В.

**КРИТЕРИИ ПОИСКА НОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В КОРЕ  
ВЫВЕТРИВАНИЯ ДОЮРСКОГО ФУНДАМЕНТА ШАИМСКОГО НГР**

© Шабрин Никита Владиславович, © Никифоров Виталий Викторович,  
© Шарафутдинов Айдар Рафисович, © Котенёв Максим Юрьевич,  
© Климин Руслан Валерикович

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
г. Уфа, Российская Федерация

**Аннотация.** Одной из ключевых задач нефтегазовой индустрии является постоянное приращение запасов углеводородов. С учетом истощения большинства разведанных месторождений, возникает необходимость в поиск и разведка новых залежей нефти в нетрадиционных коллекторах. Одним из таких примеров, являются отложения коры выветривания доюрского фундамента Западной Сибири. Проблематика исследований, данных отложений известна давно, тем не менее, для каждого региона она представляет собой уникальную задачу. На изучаемой территории данные отложения имеют сложное строение пустотного пространства с преобладанием трещинно-кавернозной составляющей. Это связано с процессом их образования, а именно с составом исходной породы, и степенью их преобразованности. Залежи коры выветривания имеют локальное, мозаичное распространение. Основной причиной этого является общая тенденция развития бассейна осадконакопления. Большая часть таких залежей находится в сводовых частях структур, это объясняется тем, что в момент накопления пласта Ю<sub>4</sub> произошло резкое повышение уровня вод бассейна, что способствовало прекращению сноса материала речными системами. Затем в келловее происходила крупная трансгрессия моря, которая привела к повсеместному накоплению осадков морского генезиса, в результате чего сформировалась достаточно мощная толща глинистых пород, которая выступают в качестве породы-покрышки для продуктивных отложений. Таким образом, все вышеназванные факторы являются благоприятными для образования залежей углеводородов в верхней части разреза доюрского фундамента. На основе анализа общей тенденции развития региона и изучения уже открытых залежей в коре выветривания были сформированы следующие критерии поиска новых залежей: наличие повышенных частей доюрского фундамента, на которых не происходил размыв коры выветривания; наличие разломной тектоники; близость к контурам выклинивания вышележащих пластов; наличие выдержанного флюидоупора. В результате чего была предложена перспективная зона для поиска залежи нефти и газа на одном из изучаемых месторождений.

**Ключевые слова:** кора выветривания, Шаимский НГР, перспективы нефтеносности.

**CRITERIA OF THE SEARCHING FOR NEW OIL DEPOSITS IN THE  
WEATHERING CRUST OF THE PRE-JURASSIC BASEMENT OF THE  
SHAIMS PR**

© Shabrin Nikita Vladislavovich, © Nikiforov Vitaly Viktorovich,  
© Sharafutdinov Aidar Rafisovich, © Kotenev Maxim Yurievich,  
©Klimin Ruslan Valerikovich

**Summary.** One of the key tasks of the oil and gas industry is the constant increment of hydrocarbon reserves. Taking into account the depletion of most of the explored fields, there is a need for the search and exploration of new oil deposits in unconventional reservoirs. One such example is the weathering crust deposits of the Pre-Jurassic basement of Western Siberia. The problems of research, these deposits have been known for a long time, however, for each region it represents a unique task. In the studied area, these deposits have a complex structure of the void space with a predominance of the fractured-cavernous component. This is due to the process of their formation, namely, the composition of the original rock, and the degree of their transformation. Weathering crust deposits have a local, mosaic distribution. The main reason for this is the general trend in the development of the sedimentation basin. Most of these deposits are located in the vaulted parts of structures, this is explained by the fact that at the time of accumulation of the U<sub>4</sub> formation there was a sharp increase in the water level of the basin, which contributed to the cessation of the demolition of material by river systems. Then a large transgression of the sea took place in Kelloway, which led to the widespread accumulation of sediments of marine genesis, as a result of which a sufficiently powerful layer of clay rocks was formed, which act as a covering rock for productive sediments. Thus, all of the above factors are favorable for the formation of hydrocarbon deposits in the upper part of the section of the Pre-Jurassic basement. Based on the analysis of the general trend in the development of the region and the study of already discovered deposits in the weathering crust, the following criteria for the search for new deposits were formed: the presence of elevated parts of the Pre-Jurassic basement, on which the erosion of the weathering crust did not occur; the presence of fault tectonics; proximity to the contours of the wedging of overlying layers; the presence of sustained fluid resistance. As a result, a promising zone was proposed for the search for oil and gas deposits in one of the studied fields.

**Key words:** weathering crust, Shaim oil, gas reserve, oil potential prospects.

**Введение.** Поиск залежей углеводородов в нетрадиционных коллекторах имеет огромное промышленное значения для нефтяной отрасли. Таким примером являются залежи в отложениях коры выветривания (КВ) Шаимского нефтегазоносного района Западной Сибири.

Нефтеносность коры выветривания на изучаемой территории зависит от четырех основных геологических факторов: литолого-стратиграфического, палеогеоморфологического, палетектонического и структурного.

Особенностью данной части разреза, по сравнению с традиционными коллекторами юрско-нижнемелового периода в исследуемом регионе является высокая проницаемость. Это связано с тем, что в них доминирующим типом

коллектора является трещинно-кавернозный, в отличие от порового типа коллектора, характерного для терригенных отложений тюменской и абалакской свит (рисунок 1) [1-4].

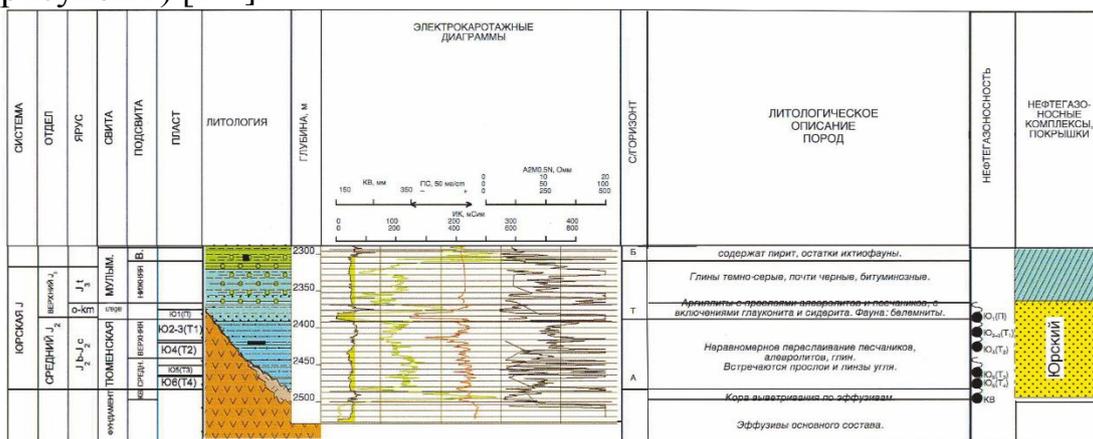


Рисунок 1 – Выкопировка со сводного стратиграфического разреза по продуктивной части Шаимского НГР [2]

Существование смешанного типа коллектора в верхней части доюрского фундамента обусловлено процессами образования вторичной пористости в вулканогенно-осадочных породах, а также наложения систем трещин, связанных с последующими этапами тектонического развития. Эти особенности геологического строения помогают объяснить получение высоких притоков (более 100 м<sup>3</sup>/сут) некоторых скважинах, вскрывших кору выветривания. Тем не менее, следует отметить, случаи получения дебитов нефти и газа, которые нельзя рассматривать как промышленно значимые.

Высокопроницаемые участки связаны с зонами дизъюнктивных дислокаций в виде раскрытых трещин, а также с образованием зон выщелачивания и трещиноватостью меньшего ранга [5, 6]. С позиций развития гипергенных процессов, затрагивающих поверхность доюрского основания, сформированные зоны трещиноватости были подвержены процессам преобразования. Результаты исследования керн, также подтверждают наличие следов гидротермального изменения. Таким образом, образование проницаемых зон связано не только с гипергенным изменением пород, но и с эндогенными гидротермальными процессами, флюидомиграцией и образованием пород катакластического типа [7]. Из описания керн коры выветривания по скважинам видно, что породы имеют различный исходный состав, в следствии чего и разную степень преобразованности. Так, например, в скважине 2П исходными породами являются кварциты и гранодиориты, которые сменяются конгломератами (с резким запахом нефти), песчаниками и черным аргиллитом с зеленоватым оттенком, затем снова повторяется ряд «конгломерат-песчаник-

аргиллит». В верхних прослоях аргиллита встречаются трещины, залеченные кальцитом.

В скважине 5P исходным материалом является зеленовато-серая метаморфизованная порода, очень крепкая, известковистая, трещиноватая. Трещины и микротрещины различно ориентированы и выполнены кальцитом. Вверх по разрезу наблюдаются сильновыветрелые породы фундамента, каолинизированные, трещиноватые, со слабым запахом нефти. Затем всё переходит в темноцветные аргиллиты.

В скважине 46P первичной является серая эффузивная порода, слаботрещиноватая, которая затем сменяется сильновыветрелой лимонитизированной породой ржаво-серого цвета.

В скважине 65P в качестве материнского материала преобразования является туфогенная порода зеленовато-серого цвета, массивная, слаботрещиноватая. Затем данная порода постепенно сменяется на песчаники и аргиллиты. В аргиллитах выделяются трещиноватость и запахи нефти.

В скважине 115P палеотипными являются сильно метаморфизованные породы светло-серые, серые с зеленоватым оттенком основного состава, разбитые сетью прямых тонких трещин, выполненных кальцитом. Кора выветривания представлена темно-серой, коричневатой, сильновыветрелой породой, частично разрушенной до дресвы. Средняя часть разреза переходит в кавернозную породу, интенсивно перемятую в складки, разбитую сетью извилистых, разнонаправленных трещин, выполненных кальцитом, хлоритом. По всему слою отмечены выпоты нефти, как по основной массе, так и по трещинам [8].

Совместный анализ сейсмических данных и изучение кернового материала позволяют утверждать, что в областях тектонического поднятия площадная кора выветривания может отсутствовать, что связано с общей тенденцией развития осадочного бассейна [9, 10].

Сохранность отложений коры выветривания в сводовых частях структур связано с общим развитием Западно-Сибирской плиты. В условиях трансгрессии бассейна в юрское и меловое время, исследуемая территория представляла собой повышенную, сильно изрезанную часть рельефа. При этом в разрезе выделяется две крупные группы фациальных обстановок – нижняя часть разреза представлена отложениями континентального, верхняя – переходного и морского генезиса.

Крылья структур характеризуются наиболее полным разрезом с широким развитием континентальных групп фаций, формировавшихся в озерно-аллювиальных условиях осадконакопления. Повышенные части представляли собой зоны денудации и области сноса продуктов выветривания отложений доюрского фундамента.

В условиях сноса осадочного материала речными системами для нижней части продуктивного разреза, отложения коры выветривания могли сохраниться лишь в отдельных, ограниченных областях рельефа.

Более широкое распространение залежей коры выветривания приурочено к площадям, находящимся в сводовых частях структур. Это связано с резким повышением уровня вод бассейна в интервал времени накопления пласта Ю<sub>4</sub>. Смена условий осадконакопления способствовала к прекращению сноса материала речными системами. Последующая крупная трансгрессия бассейна, достигшая максимума в келловее (конец накопления тюменской, начало абалакской свит), привела к опусканию территории и началу повсеместного накопления отложений морского генезиса. В данных условиях сформировалась достаточно мощная толща глинистых пород, послужившая для продуктивных отложений флюидоупором. В качестве породы-покрышки для данных залежей выступают аргиллиты верхней подсвиты даниловской свиты [11-13].

В связи с этим одной из главных проблем при поиске таких залежей является их ограниченное, локальное распространение [9] по сравнению с залежами юрских отложений, что приводит к необходимости более детального исследования их контуров, определения подсчётных параметров и, следовательно, подсчёта запасов и ресурсов [14, 15].

На изучаемой территории продуктивные отложения в коре выветривания обнаружены на некоторых месторождениях. В пределах месторождения «Х» обнаружено 9 залежей нефти (таблица 1).

Образования коры выветривания вскрыты в 238 скважинах месторождения, эффективные толщины пласта установлены в 38 скважинах, нефтенасыщенные – в 20 скважинах, вскрывших ЧНЗ залежей. Единичными скважинами вскрыты 7 залежей. В коллекторах КВ заключено 9% геологических запасов нефти месторождения.

Все они имеют мозаичный характер и ограниченную площадь развития точки зрения их характеристик, они могут быть классифицированы как локальные, литологически и тектонически экранированными. В редких случаях, при анализе данных скважин, можно выявить наличие водонефтяного контакта, что позволяет рассматривать их как пластовые, литологически экранированные.

Таблица 1 – Краткая характеристика залежей коры выветривания месторождения «Х»

Пласт	Залежь	Тип залежи	Размеры залежи, км*км	Площадь залежи, тыс.м <sup>2</sup>	Абсолютная отметка/глубина залегания кровли (интервал изменения), м	Абсолютная отметка контактов (интервал изменения), м	Высота залежи, м
КВ	р-н скв.1068	Массивная литологически ограниченная	1,4x1,2	1472	-2069,7 -2291,1	-2096,4	>65
	р-н скв.1082	Массивная литологически ограниченная	1,5x1,0	1333	-2066,1 -2287,6	-2081	>80
	р-н скв.65Р	Массивная литологически ограниченная	0,8x0,5	332	-2020,9 -2101,0	-2059,9	>50
	р-н скв.2П	Массивная литологически ограниченная	(3,6-4,4)x (1,3-2,3)	8923	-2048,9 (-2005,7-2098,8) -2222,8 (-2084,0-2347,0)	-2216,5	>145
	р-н скв.9871	Массивная литологически ограниченная	1,6x2,7	868	-2009,1	-2035,3	>70
	р-н скв.5Р	Массивная литологически ограниченная	2,0x1,7	2998	-1996,2 -2075,6	-2007,8	>40
	р-н скв.9007	Массивная литологически ограниченная	2,4x1,3	2793	-2040,6 -2514,0 (-2401,7-2626,2)	-2064,9	>90
	р-н скв.46Р	Массивная литологически ограниченная	2,8x1,9	4242	-2134,1 (-2123,5-2139,8) -2350,9 (-2217,4-2431,2)	-2161,7	140
	р-н скв.2051	Массивная литологически ограниченная	0,6x0,9	578	2134,1 (-2123,5-2139,8) -2350,9 (-2217,4-2431,2)	-2161,7	140

Эффективные нефтенасыщенные толщины по скважинам изменяются в широких пределах – от 0,6 м до 31,6 м, при среднем значении параметра – 6,0 м, что говорит о неоднородности строения разреза по нефтенасыщенным толщину.

Анализ распределения нефтенасыщенных толщин в скважинах, вскрывших нефтенасыщенный разрез коры выветривания, показал, что в 58,9 % случаев разрез в скважинах характеризуется значениями превышающими 6 м, из них 17,7 % – с толщинами более 10 м.

Коэффициент песчаности низкий, по скважинам изменяется от 0,01 до 0,63, в среднем – 0,18. Большинство скважин (60 %) характеризуются песчаностью менее 0,3.

Расчлененность разреза по скважинам варьирует в широких пределах - от 1 до 6, составляя в среднем 2,8. Большинство скважин характеризуются расчлененностью до 4 пропластков (88,9 %).

На месторождении «У» залежи коры выветривания так же имеют мозаичный характер распространения и ограниченные по площади размеры (рисунок 2). Они приурочены к сводовым участкам структур, близким к границам зон выклинивания пласта абалакской свиты.

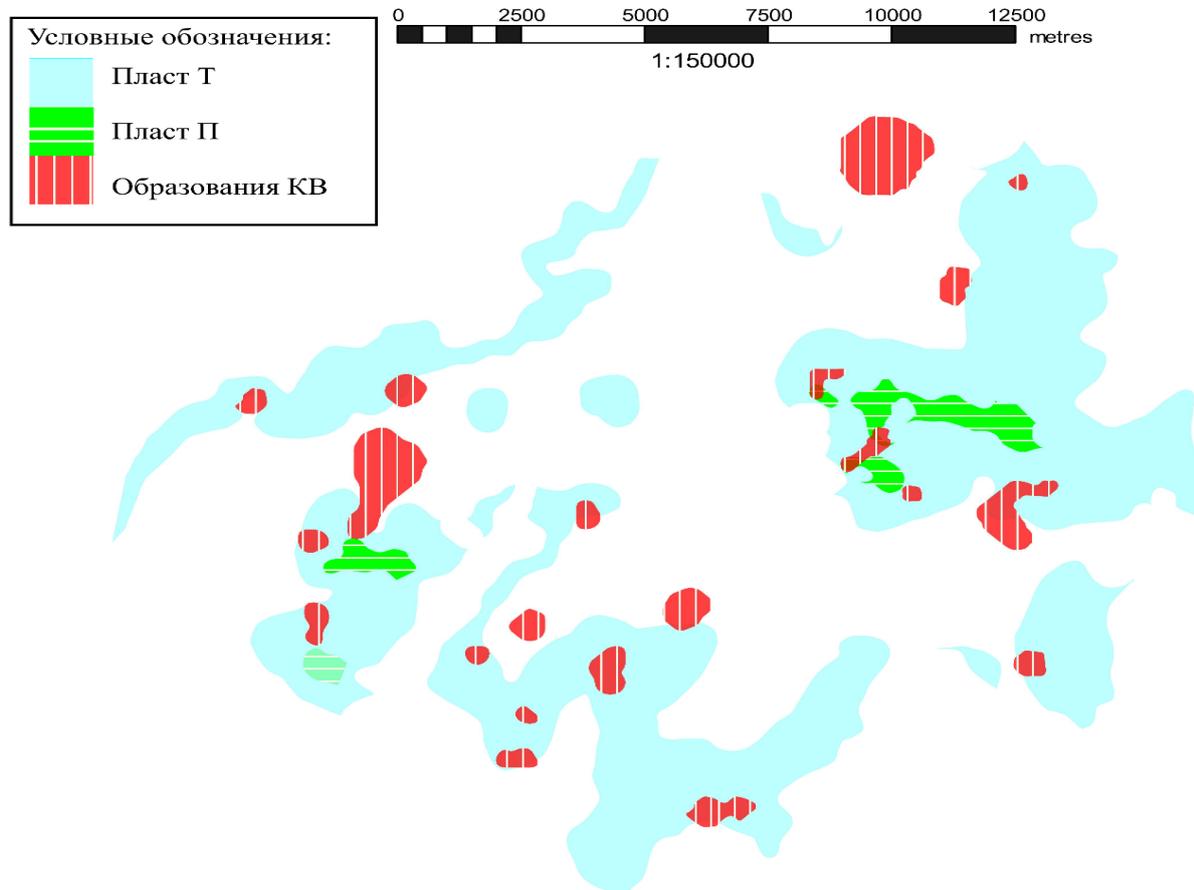


Рисунок 2 – Карта залежей продуктивных отложений (Месторождение «У»)

Таблица 2 – Краткая характеристика залежей коры выветривания месторождения «У»

Пласт	Залежь	Тип залежи	Размер залежи, км × км	Площадь залежи, 10 <sup>3</sup> м <sup>2</sup>	Абсолютная отметка контактов (интервал измерения), м	Высота залежи, м
КВ	Малая	Литологически экранированная	0,7x0,7	359	-1760,0	10
	Северная	Литологически экранированная	1,8x2,0	2922	-1800,0	50
	Северо-Западная	Литологически экранированная	0,8x0,8	828	-1672,0	30
	1931	Стратиграфически экранированная	1,3x 0,6	329	-1710,0	25
	1892	Стратиграфически экранированная	0,5x0,5	207	-	25
	13Р	Литологически экранированная	0,9x0,8	471	-	7
	1978	Стратиграфически экранированная	1,2x 1,0	837	-	50
	1999	Литологически экранированная	1,3x0,7	109	-1710,0	20
	1996	Стратиграфически экранированная	0,5x0,5	162	-1727,0	15
	1791	Литологически экранированная	0,8x0,5	318	-1725,7	15
	Западная-II	Литологически экранированная	0,5x0,3	130	-1685,0	>10
	1890	Литологически экранированная	0,9x0,7	308	-1668,0	20
	1768	Литологически экранированная	1,1x0,5	373	-1672,8	50
	10515Р	Литологически экранированная	6,5x3,1	2694	-1687,9	85
	1574	Литологически экранированная	1,7x0,8	1232	-1755,0	45
	1184Р	Массивная	0,4x0,4	142	-1722,0	10
	3998	Литологически экранированная	1,4x 0,4	466	-1780,0	25
	3987	Литологически экранированная	0,8x0,3	313	-1780,0	10
29Р	Литологически экранированная	1,0x0,6	484	-1722,0	15	
1576	Литологически экранированная	0,4x0,4	113	-1803,0	13	

Эффективные толщины по скважинам изменяются в диапазон от 0,8 м до 13,8 м, при среднем значении параметра – 6,1 м. Эффективные нефтенасыщенные толщины по скважинам изменяются от 0,4 м до 10,6 м, в среднем составляют – 5,7 м.

Коэффициент песчаности по скважинам, вскрывшим залежи, изменяется от 0,01 до 0,55, в среднем – 0,14. Коэффициент расчлененности изменяется в пределах от 1 до 11, при среднем значении – 2,6.

Толщина песчаных пропластков. изменяется от 0,7 м до 8,0 м, при среднем значении – 1,9 м. Продуктивный разрез сложен песчаными пропластками с толщиной от 0,4 м до 8,0 м, в среднем – 1,5.

Толщина глинистых перемычек. Средние по скважинам значения толщин глинистых пропластков варьируют от 1,0 до 45,0 м, при среднем значении – 10,8 м. В нефтенасыщенном разрезе толщина глинистых пропластков изменяется от 0,2 м до 17,6 м, в среднем по пласту – 2,4 м. Пласт является неоднородным по разрезу.

Для изучения закономерностей распределения залежей углеводородов коры выветривания построены структурные карты по кровле фундамента (отражающий горизонт А) (рисунок 3, 4).

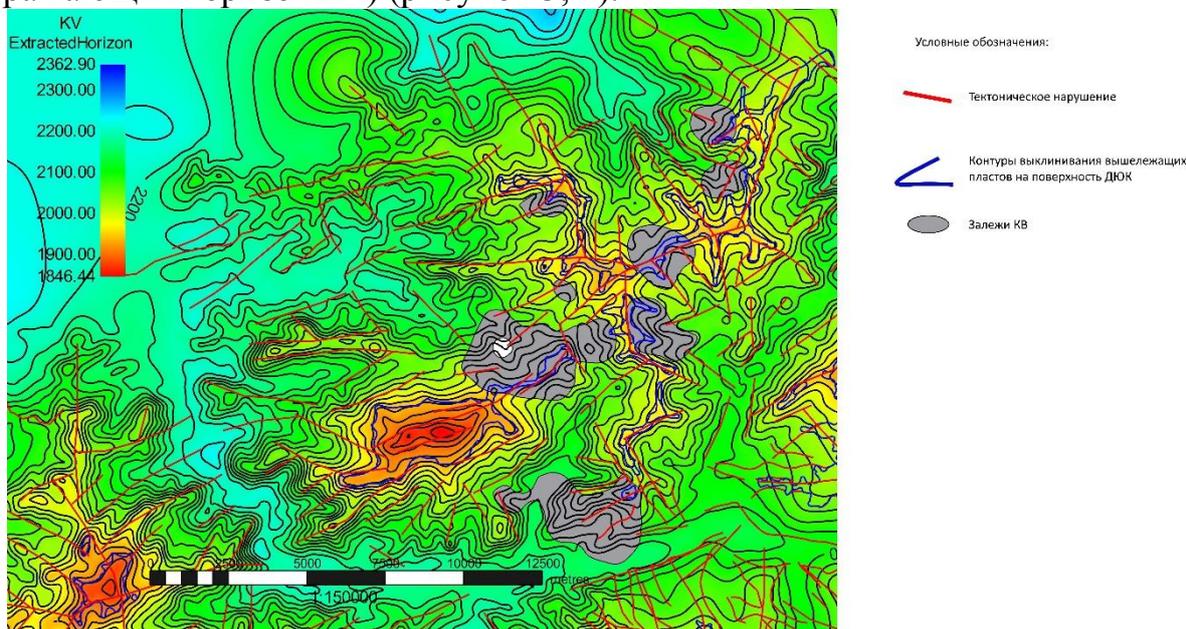


Рисунок 3 – Структурная карта кровли доюрского основания (месторождение «X»)

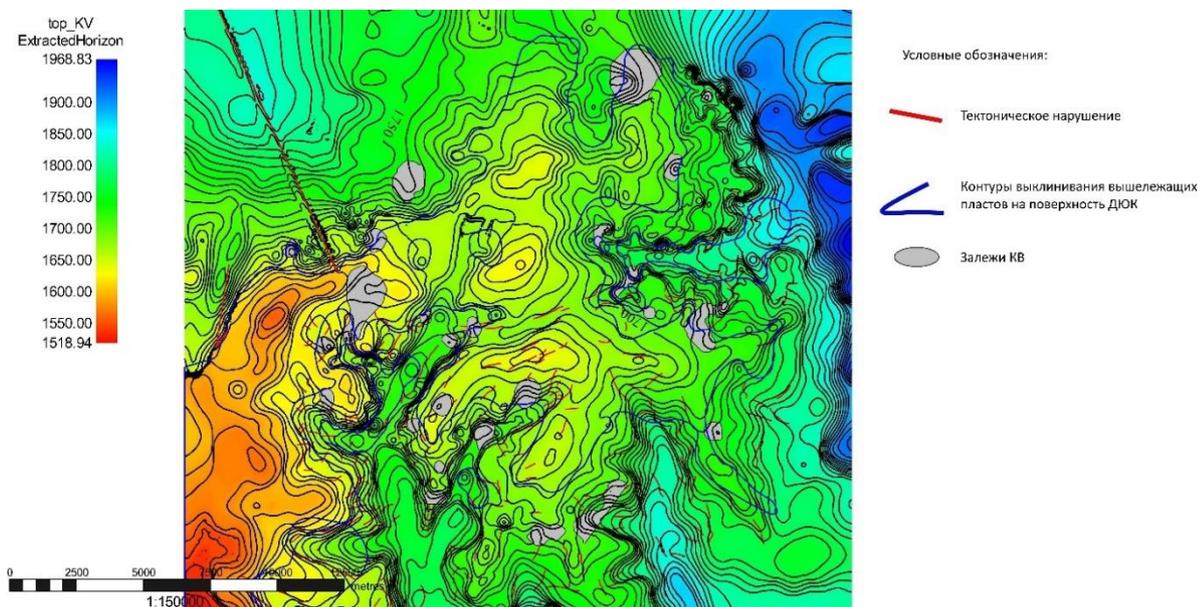


Рисунок 4 – Структурная карта кровли доюрского основания (месторождение «Y»)

Исходя из анализа полученных карт можно увидеть, что все залежи месторождения «X» связаны с зонами тектонических нарушений, и находятся вблизи областей выклинивания вышележащих пластов. Аналогичная картина наблюдается для большинства залежей месторождения «Y».

**Заключение.** В связи с этим можно сделать вывод о том, что основными критериями при поисках новых залежей будут служить – наличие тектонических нарушений и близость к контурам выклинивания вышележащих пластов. Анализ геологических условий нефтегазоносности на открытых залежах коры выветривания позволил сформировать следующие критерии нефтегазоносности доюрского комплекса в пределах исследуемого региона:

- 1) Наличие повышенных частей доюрского фундамента, на которых не происходил размыв коры выветривания;
- 2) Наличие разломной тектоники;
- 3) Близость к контурам выклинивания вышележащих пластов;
- 4) Наличие выдержанного флюидоупора.

В качестве примера выделена одна из таких зон на месторождении «X» (рисунок 5).

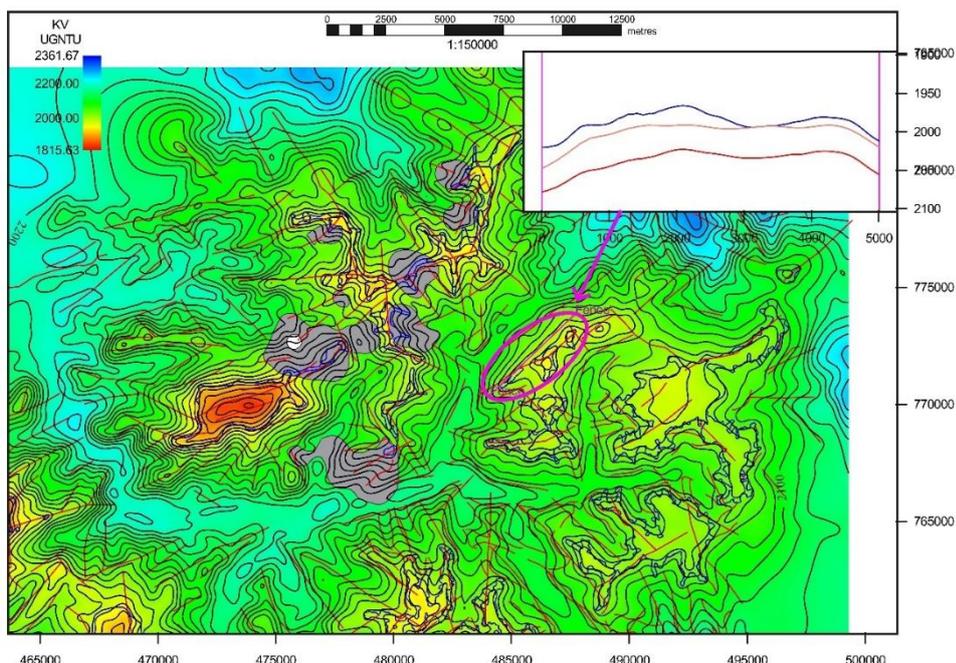


Рисунок 5 – Предполагаемая зона для открытия новых залежей нефти

В результате полученных факторов можно выделить перспективные зоны для поиска новых залежей нефти на изучаемом участке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Никифоров В.В., Котенёв Ю.А. Геотектонические критерии потенциала нефтегазоносности Шаимского региона // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2022. №43. С. 36-45.
2. Никифоров В.В., Котенев А.Ю., Набиев Т.А. Методический подход по оптимизации системы разработки месторождений со сложным геологическим строением // Бурение и нефть. 2023. № 1. С. 54-56. EDN LCONKD.
3. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа». Ханты-Мансийск, 2004. 148 с.
4. Карнюшина Е.Е. Кора выветривания фундамента – возможный объект добычи нефти на северо-востоке Шаимского мегавала Западной Сибири // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. № 6. 2005. С. 35-44.
5. Особенности выработки запасов месторождений, осложненных разрывными нарушениями / Никифоров В.В., Газизова Г.Р.// Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: Ежегодный сборник научных трудов. "Институт стратегических исследований Республики Башкортостан" (ГАНУ

- ИСИ РБ). Т. 9 (14). Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство научно-технической литературы "Монография", 2020. С. 244-251. EDN QXVDFK.
6. Оценка влияния проницаемости разрывных нарушений на выработку месторождений / Никифоров В.В., Газизова Г.Р. // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: Ежегодный сборник научных трудов. "Институт стратегических исследований Республики Башкортостан" (ГАНУ ИСИ РБ). Т. 9 (14). Уфа: Монография, 2020. С. 252-263. EDN DOCLDN.
  7. Сайпушева Л.Н. Вещественный состав и строение доюрских образований Шаимского нефтегазоносного района в связи с перспективами нефтегазоносности. Дисс... кандидат. геол-минерал. наук. Москва. 2003. 116 с.
  8. Сынгаевский П.Е., Хафизов С.Ф. Формация коры выветривания в осадочном цикле Западно-Сибирского бассейна // Геология нефти и газа. 1999. №11-12. С. 345-367
  9. Тимергазин К.К. Возможные пути формирования залежей нефти в отложениях коры выветривания доюрского основания на примере одного из месторождений Шаимского НГР Западной Сибири // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана. 2014. № 10. С. 124-127.
  10. Поиски крупных и уникальных залежей УВ в фундаменте Западно-Сибирского бассейна - актуальная задача нефтегазовой геологии / А.А. Нежданов, С.А. Скрылев, С.А. Горбунов и др. // Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: Матер. Всерос. науч. конф. с участием иностр. ученых (Тюмень, 29 сент. – 2 окт. 2008 г.). Тюмень, 2008. С. 156–159.
  11. Подбор эффективных геолого-технических мероприятий с учетом литолого-фациальных особенностей осадконакопления продуктивных отложений / В.В. Никифоров, Н.В. Шабрин, А.Р. Шарафутдинов, Е.М. Махныткин, А.С. Шабутдинов // Современные технологии в нефтегазовом деле 2022: Сборник трудов международной научно-технической конференции, Октябрьский, 25 марта 2022 года. Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2022. С. 191-195. EDN XNMEAG.
  12. Особенности выработки запасов нефти юрско-нижнемеловых отложений на основании уточнения литолого-фациального строения месторождения / С.В. Арефьев, В. В. Никифоров, Ю.А. Котенев, Н.В. Шабрин, А.Р. Шарафутдинов // Нефть. Газ. Новации. 2022. № 3(256). С. 26-31. EDN ULZUHW.

13. Тюменская свита и ее фациальные особенности / Д.Р. Хазиахметова, А. Р. Галина, В. В. Никифоров // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: Сборник научных трудов. Том 7 (12). Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство научно-технической литературы "Монография", 2018. С. 103-106. EDN ХТJUQR.
14. Применение комплексного подхода к моделированию нетрадиционного объекта - коры выветривания Западной Сибири / И.В. Гейст, А.М. Исмагилова, А.В. Зайцев // Геология нефти и газа. 2019. № 6. С. 67-74.
15. Прогнозирование, картирование залежей нефти и газа в верхней части доюрского комплекса по сейсмогеологическим данным в Шаимском нефтегазоносном районе и на прилегающих участках / Н.К. Курышева // Дисс... канд. геол.-минер. наук. Тюмень. 2005. 236 с.
16. Шарафутдинов Р.Ф., Валиуллин Р.А., Рамазанов А.Ш., Асылгареев А. А., Космылин Д.В. Экспериментальное исследование термодинамических эффектов в жидкостях // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. №2. С. 51-58.
17. Попков В.И., Попков И.В. Коллекторские свойства Аркозовых песчаников в триасовых отложениях скифско-туранской платформы // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. №3. С. 21-29.

## REFERENCES

1. Geotectonic criteria for the oil and gas potential of the Shaim region / V.V. Nikiforov, Yu. A. Kotenev // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. No. 43. Pp. 36-45.
2. Methodological approach to optimization of the field development system with complex geology / V.V. Nikiforov., Yu.A. Kotenev // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. No. 43, pp. 36-45.
3. Atlas "Geology and oil and gas potential of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug". Khanty-Mansiysk, 2004. 148 p.
4. The weathering crust of the foundation is a possible object of oil production in the north-east of the Shaim megawall of Western Siberia / E.E. Karnyushina // Estnik of Moscow University. Series 4: Geology. No. 6. 2005. Pp. 35-44.
5. Features of development of reserves of deposits complicated by discontinuities / V. V. Nikiforov, G. R. Gazizova // Oil and gas technologies and new materials. Problems and solutions : Annual collection of scientific papers / State Autonomous

- Scientific Institution "Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan" (GANU ISI RB). Volume 9 (14). Ufa Limited Liability Company "Publishing House of Scientific and Technical Literature "Monograph", 2020. Pp. 244-251. EDN QXVDFK.
6. Assessment of the impact of the permeability of discontinuous faults on the production of deposits / V. V. Nikiforov, G. R. Gazizova // Oil and gas technologies and new materials. Problems and solutions: Annual collection of scientific papers / "Institute for Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan" (GANU ISI RB). Vol. 9 (14). Ufa: Limited Liability Company "Publishing House of Scientific and Technical Literature "Monograph", 2020. Pp. 252-263. EDN DOCLDN.
  7. Material composition and structure of the pre-Jurassic formations of the Shaimsky oil and gas bearing area in connection with the prospects of oil and gas potential / L.N. Saipusheva // Dissertation for the degree of Candidate of Geological and mineralogical Sciences. Moscow. 2003. 116 p.
  8. Formation of the weathering crust in the sedimentary cycle of the West Siberian basin / P.E. Syngaevsky, S.F. Hafizov // Geology of oil and gas. 1999.
  9. Possible ways of formation of oil deposits in the deposits of the weathering crust of the Pre-Jurassic base on the example of one of the fields of the Shaimsky PR of Western Siberia / K.K. Timergazin // Geology, minerals and problems of geocology of Bashkortostan. 2014. No. 10. Pp. 124-127.
  10. The search for large and unique hydrocarbon deposits in the foundation of the West Siberian basin is an urgent task of oil and gas geology / A.A. Nezhdanov, S.A. Skrylev, S.A. Gorbunov et al. // Foundation, framing structures of the West Siberian Mesozoic-Cenozoic sedimentary basin, their geodynamic evolution and problems of oil and gas content: Mater. All-Russian. scientific. conf. with the participation of foreign scientists (Tyumen, September 29. October 2, 2008). Tyumen, 2008. Pp. 156-159.
  11. Selection of effective geological and technical measures according litofacial features productive deposits sedimentation / V. V. Nikiforov, N. V. Shabrin, A. R. Sharafutdinov, E.M. Makhnytkin, A. S. Shabutdinov // Modern technologies in oil and gas business – 2022: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference, Oktyabrsky, March 25, 2022. Oktyabrsky: Ufa State Petroleum Technical University, 2022. Pp. 191-195. EDN XNMEAG.
  12. Features of the Production oil Reserves Jurassic-lower Cretaceous Deposits Based on the Clarification Lithological-facies Structure of the Deposit / S.V. Arefiev, V.V.

- Nikiforov, Yu.A. Kotenev, N.V. Shabrin, A.R. Sharafutdinov // Oil. Gas. Innovations. 2022. № 3(256). Pp. 26-31. EDN ULZUHW.
13. Tyumic sweat and its facial features/ D. R. Khaziakhmetova, A. R. Galina, V. V. Nikiforov // Oil and gas technologies and new materials. Problems and solutions: A collection of scientific papers. Vol. 7 (12). Ufa: Limited Liability Company "Publishing House of Scientific and Technical Literature "Monograph", 2018. Pp. 103-106. EDN XTJUQP.
14. Application of an integrated approach to modeling of an unconventional object - the weathering crust of Western Siberia / I.V. Geist, A.M. Ismagilova, A.V. Zaitsev // GEOLOGY OF OIL AND GAS. 2019. No. 6. Pp. 67-74.
15. Forecasting, mapping of oil and gas deposits in the upper part of the Pre-Jurassic complex based on seismogeological data in the Shaimsky oil and gas bearing area and adjacent areas / N.K. Kuryshva // Dissertation for the degree of Candidate of Geological and mineralogical Sciences. Tyumen. 2005. 236 p.
16. Sharafutdinov R.F., Valiullin R.A., Ramazanov A.Sh., Asylgareev A. A., Kosmylin D.V. Experimental study of thermodynamic effects in liquids // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. No. 2. Pp. 51-58.
17. Popkov V.I., Popkov I.V. Collector properties of Arkosian sandstones in the Triassic sediments of the Scythian-Turanian platform// Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. No. 3. Pp. 21-29.

***Сведения об авторах:***

***Шабрин Никита Владиславович***, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, д. 1, 450064, г. Уфа, Российская Федерация. E-mail: nikita.shabrin@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0003-4727-6349.

***Никифоров Виталий Викторович***, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, д. 1, 450064, г. Уфа, Российская Федерация. E-mail: guk-geo@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-5198-0879.

***Шарафутдинов Айдар Рафисович***, аспирант, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Российская Федерация. E-mail: aydar.sharafutdinov1999@gmail.com. ORCID ID: 0009-0007-9451-6073.

**Котенёв Максим Юрьевич**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Российская Федерация. E-mail: geokot@inbox.ru. ORCID ID: 0009-0005-4633-5126.

**Климин Руслан Валерикович**, аспирант, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет». г. Уфа, Российская Федерация. E-mail: klim-2222@mail.ru. ORCID ID: 0009-0008-0334-5887.

*Author's personal details:*

**Shabrin Nikita Vladislavovich**, senior lecturer, Ufa State Petroleum Technical University, st. Kosmonavtov, 1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: nikita.shabrin@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0003-4727-6349.

**Nikiforov Vitaly Viktorovich**, senior lecturer, Ufa State Petroleum Technical University, st. Kosmonavtov, 1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: guk-geo@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-5198-0879.

**Sharafutdinov Aidar Rafisovich**, graduate student, Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russian Federation. E-mail: aydar.sharafutdinov1999@gmail.com. ORCID ID: 0009-0007-9451-6073.

**Kotenev Maxim Yurievich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russian Federation. E-mail: geokot@inbox.ru. ORCID ID: 0009-0005-4633-5126.

**Klimin Ruslan Valerikovich**, graduate student, Ufa State Petroleum Technical University. Ufa, Russian Federation. E-mail: klim-2222@mail.ru. ORCID ID: 0009-0008-0334-5887.

© Шабрин Н.В., Никифоров В.В., Шарафутдинов А.Р., Котенёв М.Ю.,  
Климин Р.В.

**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ К СИНТЕЗАМ ЛАКТОНОВ  
ИЗ УГЛЕВОДОВ**

© Абдрахманов Ильдус Бариевич, © Валеев Фарид Абдуллович,

© Файзуллина Лилия Халитовна

Уфимский институт химии ФГБНУ «Уфимский федеральный  
исследовательский центр Российской Академии наук»,

Уфа, Российская Федерация

© Тагиров Артур Ринатович

ООО «Тольяттикаучук»

Тольятти, Российская Федерация

**Аннотация.** Углеводы являются одним из важнейших классов природных соединений, на основе которых в результате последовательных ферментативных процессов формируются структуры большинства природных метаболитов, участвующих в обеспечении существования живых организмов. Использование методов современного органического синтеза при получении того или иного промежуточного продукта этой метаболической цепи перспективно как для сокращения биогенетической последовательности, так и поиска более эффективных метаболитов или биологически активных аналогов. Помимо этого, известен ряд уникальных по своим биологическим свойствам природных соединений, находящихся в природе в ничтожных количествах или рассеянном виде. В этом случае химический синтез приобретает решающее значение, поскольку позволяет обеспечить не только изучение биологических свойств и проведение фармакологических исследований, но и осуществить производство новых препаратов на основе редких соединений. С практической точки зрения большое значение для создания лекарственных средств имеют такие классы биологически активных соединений, как лактоны, терпеноиды и ароматические поликетиды. В кратком обзоре представлены результаты исследований в области синтеза биологически активных лактонов на основе углеводов. Этот переход «углеводы→лактоны» является многостадийным процессом, включающим начальный этап модификации углевода под подходящую матрицу, ключевую стадию, определяющую стратегию синтеза и последующие превращения по формированию целевой лактонной структуры. Таким образом, эти работы, исходящие из углеводов, различаются, главным образом, стратегически по двум ключевым реакциям Виттига и метатезиса, позволяющие создать углеродный скелет лактона. Поэтому синтезы, основанные на этих реакциях, хорошо характеризуют общие стратегические подходы в превращениях углеводов в лактоны.

**Ключевые слова:** углеводы, диацетонид глюкозы, лактоны, реакция Виттига, реакция метатезиса, внутримолекулярная циклизация, полный синтез, хиральные соединения

# GENERAL PRINCIPLES AND APPROACHES TO SYNTHESIS OF LACTONES FROM CARBOHYDRATES

© **Abdrakhmanov Ildus Barievich, Valeev Farid Abdullovich, Faizullina Liliya Khalitovna**

Ufa Institute of Chemistry Ufa Federal Research Centre Russian Academy of Sciences  
Ufa, Russian Federation

© **Tagirov Artur Rinatovich**

LLC Tolyattikauchuk, Tolyatti, Russian Federation

**Summary.** Annotation. Carbohydrates are one of the most important classes of natural compounds, on the basis of which, as a result of sequential enzymatic processes, the structures of most natural metabolites involved in ensuring the existence of living organisms are formed. The use of modern organic synthesis methods in obtaining one or another intermediate product of this metabolic chain is promising both for reducing the biogenetic sequence and for searching for more effective metabolites or biologically active analogues. In addition, there are a number of natural compounds unique in their biological properties that are found in nature in minute quantities or in dispersed form. In this case, chemical synthesis becomes crucial, since it allows not only the study of biological properties and pharmacological research, but also the production of new drugs based on rare compounds. From a practical point of view, such classes of biologically active compounds as lactones, terpenoids and aromatic polyketides are of great importance for the creation of drugs. A brief review presents the results of research in the field of synthesis of biologically active lactones based on carbohydrates. This transition “carbohydrates→lactones” is a multi-stage process, including the initial stage of modification of the carbohydrate to a suitable matrix, a key stage that determines the synthesis strategy, and subsequent transformations to form the target lactone structure. Thus, these works, coming from carbohydrates, differ mainly strategically in the two key reactions of Wittig and metathesis to create the carbon skeleton of the lactone. Therefore, syntheses based on these reactions well characterize general strategic approaches in the transformation of carbohydrates into lactones.

**Key words:** carbohydrates, glucose diacetonide, lactones, Wittig reaction, metathesis reaction, intramolecular cyclization, total synthesis, chiral compounds

**Введение.** Лактоны являются одним из распространённых классов природных соединений. Они найдены во многих природных источниках и имеют разнообразную структуру с размерами циклов, имеющих от 4-х до 60-атомов. Помимо этого, главной причиной интереса исследователей к этому классу соединений является широкий диапазон биологической активности, проявляемый как природным, так и синтетическими лактонами. Наиболее важным практическим применением лактонов является фармацевтическая промышленность.

По своей распространенности чаще встречаются  $\beta$ -лактоны, затем  $\gamma$ - и  $\delta$ -лактоны, классические и неклассические макролиды, полиеновые антибиотики, спиро-макролиды и макролактоны. В качестве примера известных медицинских препаратов можно отметить орлистат – ингибитор липаз, эритромицин – антибиотик группы макролидов, такролимус – иммунодепрессант, нистатин – противогрибковое средство, амфотерицинз – полиеновый макроциклический антибиотик с противогрибковой активностью, ивермек – антипаразитарный

препарат и многие другие. Лактоны также известны как душистые вещества, которые широко используются в парфюмерии. Наиболее известным примером являются мускусные одоранты.

Другой важной причиной большого внимания, уделяемого химиками природным лактонам, является их привлекательность в качестве источника хиральных матриц и синтетических блоков, часто используемых в органическом синтезе. Большинство замещённых лактонов оптически активны и биологическое действие, как правило, в значительной степени зависит от их стереохимического строения, что в синтезе обеспечивается использованием таких исходных веществ, которые содержат необходимое количество асимметрических атомов углерода требуемой конфигурации. Для этих целей в органическом синтезе широко используются углеводы благодаря их широкой доступности, дешевизне, возобновляемости и экологической безопасности.

В данном обзоре представлены сведения по синтезу лактонов различных размеров циклов на основе углеводов.

**Основная часть.** Углеводы являются одним из важнейших классов природных соединений, на основе которых в результате последовательных ферментативных процессов формируются структуры большинства природных метаболитов, участвующих в обеспечении существования живых организмов. Использование методов современного органического синтеза при получении того или иного промежуточного продукта этой метаболической цепи перспективно как для сокращения биогенетической последовательности, так и поиска более эффективных метаболитов или биологически активных аналогов. Помимо этого, известен ряд уникальных по своим биологическим свойствам природных соединений, находящихся в природе в ничтожных количествах или рассеянном виде. В этом случае химический синтез приобретает решающее значение, поскольку позволяет обеспечить не только изучение биологических свойств и проведение фармакологических исследований, но и осуществить производство новых препаратов на основе редких соединений. С практической точки зрения большое значение для создания лекарственных средств имеют такие классы биологически активных соединений, как лактоны, терпеноиды и ароматические поликетиды. Все перечисленные классы соединений, помимо прочего, объединяет широкий диапазон биологического действия, на профиль которого значительное влияние оказывают функциональные группы и заместители при центральном фрагменте.

Для синтеза природных и биологически активных соединений, в частности лактонов удобным хиральным субстратом является глюкоза и ее производные [1-4]. Для превращения глюкозы в синтон целевого лактона необходимо решить две важные проблемы:

а) модификация углеводного скелета, состоящее в укорочении или удлинении углеродной цепи, или введение разветвлений;

б) операция с функциональными группами – обращение конфигурации гидроксильных групп, замена их другими заместителями или функциональными группами, селективные постановки и удаление защитных групп.

Синтезы лактонов, исходящие из хиральных синтонов – производных моносахаридов представляют собой многостадийные последовательные реакции [5-14]. Среди множества этих превращений особого внимания заслуживают реакции Виттига и метатезиса, позволяющие модифицировать углеродный скелет. Синтезы, основанные на этих реакциях, хорошо характеризуют общие стратегические подходы в превращениях углеводов в лактоны.

Так, реакция Виттига, открытая в 50-х годах прошлого века, была успешно использована в синтезах (–)-клистенолида [15], проявляющего антибактериальную в отношении *Staphylococcus aureus*, *Bacillus anthracis* и противогрибковую в отношении *Candida albicans* [16] активности; двенадцатичленного макролидного антибиотика метимицина [17]; прелактона-V, являющегося важным предшественником в биосинтезе поликетидных антибиотиков и служащего строительным блоком для синтеза более сложных структур [18]; (–)-каллиспонгиолида [19-20], основателя нового класса цитотоксических веществ, выделенного из морских губок рода *Callyspongia* [21]; (+)-синаргентолида А, который обладает цитотоксической, противогрибковой и антимикробной активностями [22]; 24-членного макролидного антибиотика макролактина S [23]; гарбозинов-I и -G, представителей класса гидроксильных циклогексенонов и циклогексанонов, которые можно классифицировать как псевдо- или карбосахара, проявляющие антибиотическую и противораковую активность [24].

Все эти многостадийные синтезы объединяет углеводная природа исходного субстрата и применение в ключевых стадиях реакции Виттига с целью удлинения или наращивания цепи.

В качестве примера ниже приведена схема синтеза (–)-клистенолида из диацетонида глюкозы [25].

Так, диацетонид глюкозы **1** был подвергнут селективному снятию ацетонидной защиты с получением триола **2**. Дальнейшие последовательные стадии селективной защиты первичной гидроксильной группы обработкой триола **2** дибутилоловооксидом ( $\text{Bu}_2\text{SnO}$ ) в метаноле ( $\text{MeOH}$ ), затем хлористым бензоилом ( $\text{BzCl}$ ) в диоксане, ацилирование вторичных гидроксильных групп и снятия второй ацетонидной защиты приводили к дигидроксифуранозе **3** (рисунок 1).

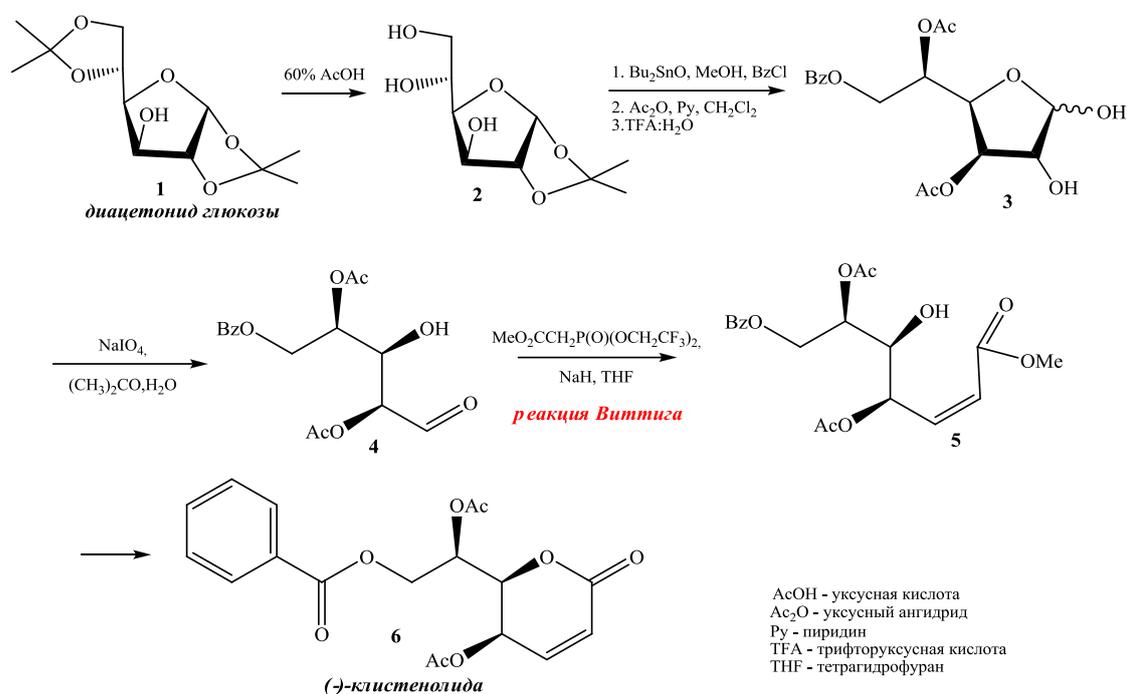


Рисунок 1 – Синтез (+)-клистенолида из диацетонида глюкозы

Периодатное расщепление двухосновного спирта **3** действием  $\text{NaIO}_4$  в смеси ацетон-вода давало альдегид **4**, который подвергали олефинированию по Стиллиу – Геннари – частному случаю олефинирования по Виттигу действием трифторэтилфосфониевым эфиром  $((\text{MeO}_2\text{CCH}_2\text{P}(\text{O})(\text{OCH}_2\text{CF}_3)_2)$  [26]. Реакция протекала через стадию образования интермедиата **5** и сопровождалась спонтанной внутримолекулярной этерификацией с получением (-)-клистенолида **30** идентичного природному образцу.

Другой пример представлен в схеме 2. Как и в предыдущем случае в качестве исходного соединения была использована диацетонглюкоза **1**.

Так, диацетонглюкоза **1** была окислена пиридиния дихроматом (PDC) до кетона **7**. Реакция Виттига кетона **7** с трифенилфосфонийметилиодидом ( $\text{PPh}_3\text{CH}_3\text{I}$ ) приводила к олефину **8**. Дальнейшие стадии селективного снятия изопропилиденовой защиты с использованием силикагеля, обработанного фосформолибденовой кислотой ( $\text{PMA}/\text{SiO}_2$ ) [27], периодатного расщепления с восстановлением соответствующего альдегида *in situ*  $\text{NaBH}_4$ , стереоселективного гидрирования приводили к спирту **11**. Тозилирование и полное детозилирование соединения **11** дало ацетонид **13**. Снятие ацетонидной защиты в ацетале **13**, восстановление фуранового цикла обработкой  $\text{LiAlH}_4$  завершалось образованием триола **15**. Периодатное расщепление вицинальных гидроксильных групп в спирте **15** и лактонизация *in situ* в этилацетате ( $\text{EtOAc}$ ) в присутствии гексаметилдисилилазида лития ( $\text{HMDSLi}$ ) с выходом 62% приводили к шестичленному (-)-прелактому V **16** (рисунок 2).

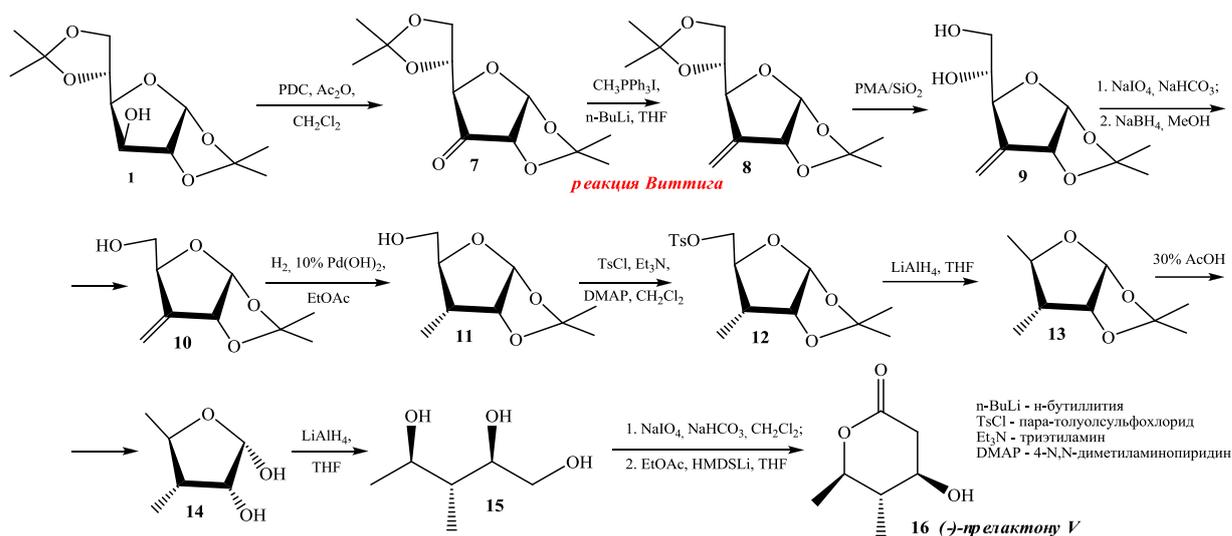


Рисунок 2 – Синтез (-)-прелактона V из диацетонида глюкозы

Реакция метатезиса основана на использовании катализаторов на основе молибдена, рутения, вольфрама [27]. Основным этапом для проведения внутримолекулярного метатезиса является генерация в исходной молекуле двух двойных связей [28].

Реакция метатезиса была использована в синтезе стагонолида G, вырабатываемого в природе штаммом грибов *Stagonospora cirsii davis*, проявляющего гербицидные свойства [29]; криптопиранмоскалактона A1 [30-31], выделенного из ветвей и коры растений *Cryptocarya moschata*, *Lauraceae*, *Cavalheiro* и проявляющего цитотоксическую активность; двенадцатичленного лактона панданголида 1, содержащегося в природе в бурых водорослях, произрастающих близ острова Окинава *Actinotrichia fragilis* [32]; лактона (-)-A26771B, выделенного впервые из гриба *Penicillium turbatum* и проявившего умеренную биологическую активность против грамположительных бактерий, микоплазм и грибов [33].

Яркий пример использования этих двух реакций продемонстрирован в синтезе стагонолида G [29]. Как и в вышеописанной работе исходным углеводным субстратом в синтезе лактона являлся диацетонид глюкозы **1**.

Свободную гидроксильную группу в соединении **1** защитили в виде бензилата **17**, последующее снятие ацетонидной защиты привело к виц-диолу **18** (рисунок 3).

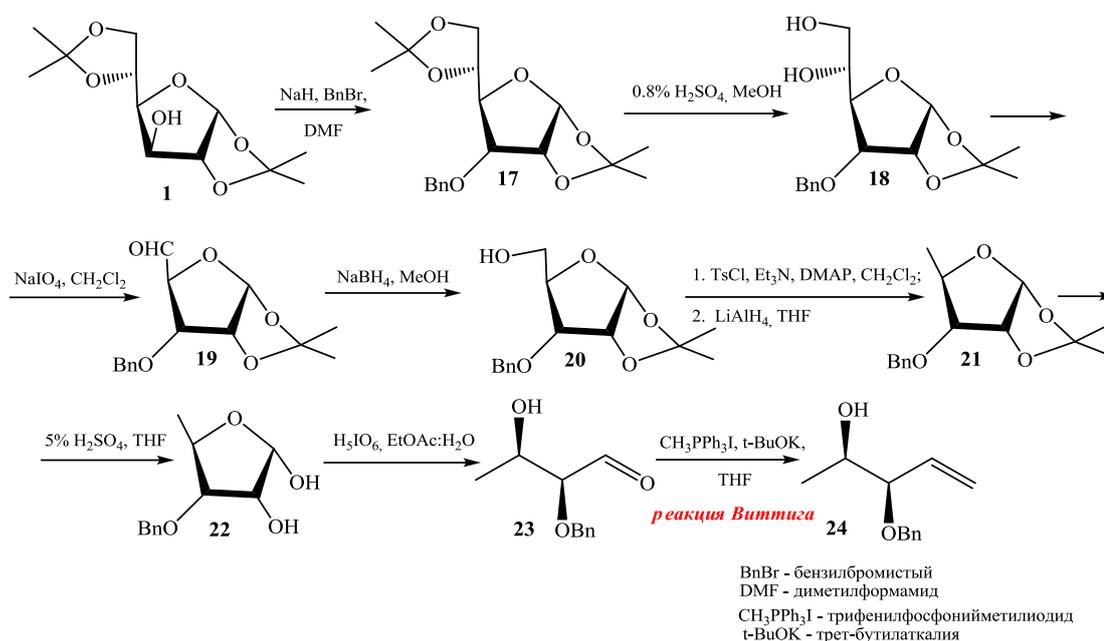


Рисунок 3 – Получение из диацетонида глюкозы 3-бензилокси,4-гидроксипентенена-2, ключевого интермедиата для синтеза стагнолида G

Периодатное расщепление диола **18** дало соответствующий альдегид **19**. Дальнейшие стадии борогидридного восстановления, тозилрования, полного детозилрования и снятия второй ацетонидной защиты завершились получением диола **22**. Второе периодатное расщепление диола **22** дало альдегид **23**, обработка которого реагентом Виттига завершила получение ключевого олефина **24**.

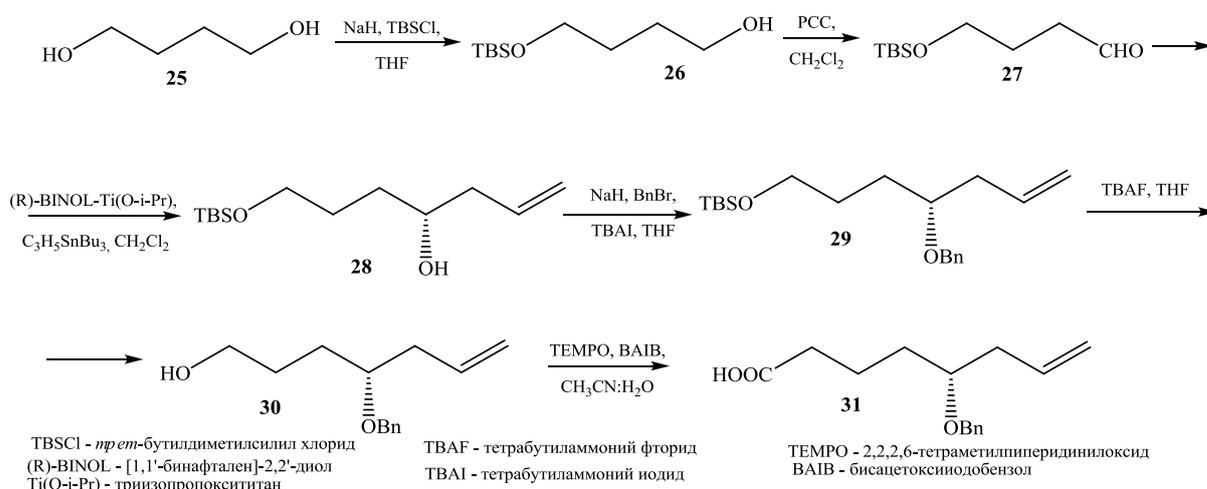


Рисунок 4 – Получение из 1,4-бутанола 4-бензилоксигепт-6-еновой кислоты, ключевого интермедиата для синтеза стагнолида G

Кислота **31** (рисунок 4) была получена из 1,4-бутандиола **25** через стадии селективного силилирования, окисления первичной гидроксильной группы, нуклеофильного присоединения хирального аллильного фрагмента, бензильной защиты, снятия TBS-защиты, катализируемого окисления.

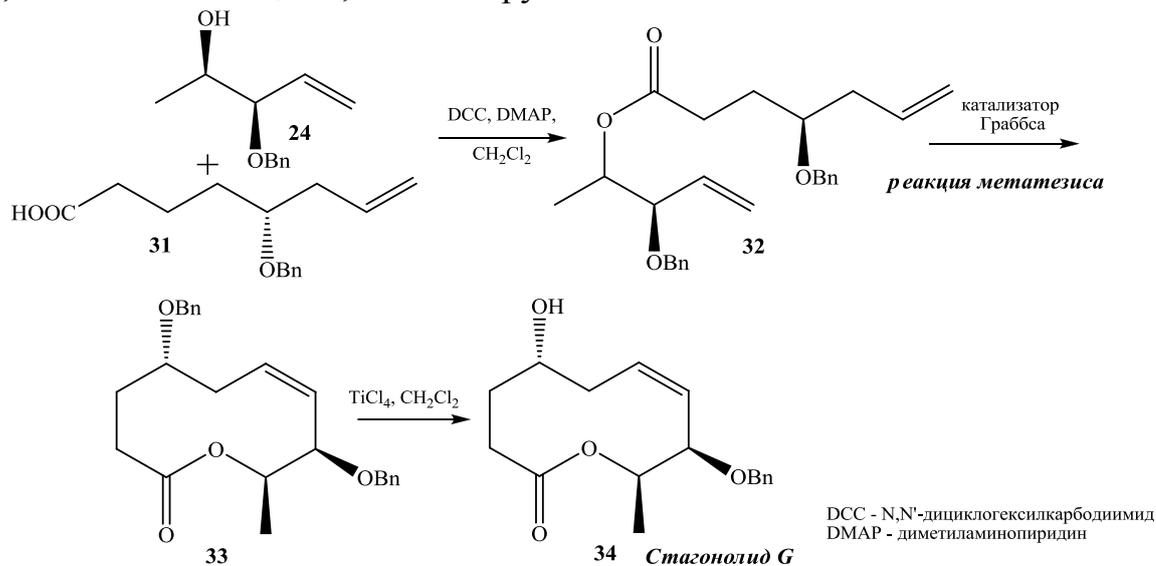


Рисунок 5 – Ключевая стадия синтеза стагнолида G

Межмолекулярная этерификация кислоты **31** и спирта **25** (Схема 5) привела к ненасыщенному эфиру **32**, который был циклизован по реакции метатезиса с использованием катализатора Граббса с образованием лактона **33**. Дальнейшее снятие бензильной защиты приводило к стагнолиду G **34**, полностью соответствующего природному образцу (рисунок 5).

**Заключение.** Таким образом, анализ литературных данных позволяет сделать вывод, что использование углеводов в качестве исходного сырья является перспективным для получения хиральных лактонов, обладающих широким спектром биологической активности. Преимуществом использования углеводов является их оптическая активность, возобновляемость, экологическая безопасность. Применение углеводов в качестве исходных субстратов, решает задачи по наведению оптической активности и позволяет сократить количество стадий в синтезах соединений гибридных структур, лактонов и других карбоциклических соединений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lichtenthaler F. W., Peters S. Carbohydrates as green raw materials for the chemical industry // C. R. Chimie. 2004. No. 7. Pp. 65–90.
2. Madsen R. Oxidation, reduction, and deoxygenation // Glycoscience chemistry and chemical biology. 2008. p. 181.

3. Röper H. Selective oxidation of D-glucose: chiral intermediates for industrial utilization // Carbohydrates as organic raw materials. 1991. Pp. 342–349.
4. Ramachandran S., Fontanille P., Pandey A., Larroche C. Gluconic acid: properties, applications and microbial production // Food Technol. Biotechnol. 2006. V. 44. Pp. 185–195.
5. Свиридов А.Ф., Ермоленко М.С., Кочетков Н.К. Синтез макролидных антибиотиков. Сообщение 4. Синтез C11-C13-фрагмента нарбомицина // Изв. АН СССР Сер. хим. 1982. С. 2572–2575.
6. Свиридов А.Ф., Ермоленко М.С., Кочетков Н.К. Синтез макролидных антибиотиков. 3. Синтез C9-C13 фрагментов олеандолида и эритронолида В // Изв. АН СССР Сер. хим. 1982. № 11. С. 2568–2572.
7. Свиридов А.Ф., Ермоленко М.С., Кочетков Н.К. Синтез макролидных антибиотиков. Сообщение 2. Синтез C9-C13-фрагмента эритронолидов А, С и мегалонолида // Изв. АН СССР Сер. хим. 1982. С. 2561–2568.
8. Свиридов А.Ф., Ермоленко М.С., Кочетков Н.К. Синтез макролидных антибиотиков. Сообщение 1. Синтез C1-C6-фрагмента 14-членных макролидных антибиотиков // Изв. АН СССР Сер. хим. 1982. С. 2557–2561.
9. Rossiter S.E., Fletcher M. H., Wuest W. M. Natural products as platforms to overcome antibiotic resistance // Chem. Rev. 2017. Vol.117. No 19. Pp. 12415–12474.
10. Kinoshita M. A., Ohsawa N., Gomi S. Chiral synthesis of 3,5,7-tri-O-benzyl-1,4,6-trideoxy-4, 6-di-C-methyl-keto-1-ido-2-heptulose, a synthetic segment of the C-1–C-6 portion of erythronolide A // Carbohyd. Res. 1982. Vol. 109. No 5. Pp. 5–23.
11. Sayini R., Srihari P. Studies on the total synthesis of antibiotic macrolactin S: A conventional approach for the synthesis of the C1–C9 and C10–C24 fragments // Synthesis. 2018. Vol. 50. Pp. 663–675.
12. Stach H., Hesse M. Synthesis of macrocyclic compounds by ring enlargement // Tetrahedron. 1988. Vol. 44. No 6. Pp. 1573–1590.
13. Pradhan T. K., Hassner A. A facile synthesis of (n+ 3) and (n+ 4) ring-enlarged lactones as well as of spiroketolactones from n-membered cycloalkanones // Synthesis. 2007. Vol.21. Pp. 3361–3370.
14. Халилова Ю. А., Спирихин Л. В., Салихов Ш. М., Валеев Ф. А. Элеутезиды и их оксааналоги V. Лактоны среднего и большого размера циклов на основе левоглюкозенона // Журн. орг. химии. 2014. Т. 50. № 1. С. 125–135.
15. Reddy A. B., Swamy B. K., Yadav J. S. A concise total synthesis of cleistenolide // Tetrahedron: Asymmetry. 2016. No. 27. Pp. 788–790.
16. Samwel S., Mdachi S. J. M., Nkunya M. H. H., Irungu B. N., Moshi M. J., Moulton B., Luisi B. S. Cleistenolide and cleistodienol: Novel bioactive constituents of *Cleistochlamys kirkii* // Nat. Prod. Commun. 2007. No. 2. Pp. 737–741.

17. Masamune S., Yamamoto H., Kamata S., Fukuzawa A. Synthesis of macrolide antibiotics. 2. Methymycin // *J. Amer. Chem. Soc.* 1975. Vol. 97. No 12. Pp. 3513–3515.
18. Raghavendra S., Tadiparthi K., Yadav J. S. Total syntheses of prelactone V and prelactone B // *Carbohydr. Res.* 2017. No 442. Pp. 17–19.
19. Manoni F., Rumo C., Li L., Harran G. Unconventional fragment usage enables a concise total synthesis of (–)-callyspongiolide // *J. Am. Chem. Soc.* 2018. No 140. Pp. 1280–1284.
20. Ghosh A. K., Kassekert L. A., Bungard J. D. Enantioselective total synthesis and structural assignment of callyspongiolide // *Org. Biomol. Chem.* 2016. No 14. Pp. 11357–11370.
21. Pham C-D., Hartmann R., Stork B., Wesselborg S., Lin W., Proksch P. Callyspongiolide, a Cytotoxic Macrolide from the Marine Sponge *Callyspongia* sp // *Org. Lett.* 2014. No 16. Pp. 266–269.
22. Yadav J. S., Rao B. M., Rao K. S. Total synthesis of 8-methoxygoniodiol related compounds via chiron approach // *Tetrahedron: Asymmetry.* 2009. No 20. Pp. 1725–1730.
23. Sayini R., Srihari P. Studies of the total synthesis of antibiotic macrolactin S: a conventional approach for the synthesis of the C1-C9 and C10-C24 fragments // *Synthesis.* 2018. No 50. Pp. 663–675.
24. Shing T.K.M., Cheng H.M. Short Syntheses of Gabosine I and Gabosine G from  $\delta$ -D-Gluconolactone // *J. Org. Chem.* 2007. Vol. 72. Pp. 6610–6613.
25. Still W. S., Gennari C. Direct synthesis of  $\alpha$ -unsaturated esters. A useful modification of the Horner-Emmons olefination // *Tetrahedron Lett.* 1983. No 24. pp. 4405–4408.
26. Yadav J. S., Raghavendra S., Satyanarayana M., Balanarsaiah E. Phosphomolybdic Acid Supported on Silica Gel: An Efficient, Mild and Reusable Catalyst for the Chemoselective Hydrolysis of Acetonides // *Synlett.* 2005. No 16. Pp. 2461–2464.
27. Grubbs R. H. Olefin metathesis // *Tetrahedron.* 2004. No 60. pp. 7117–7140.
28. Milev A.S., Kannangara K., Wilson M. // *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology.* 2005. Pp. 920–958.
29. Srihari P., Kumaraswamy B., Bhunia D. C., Yadav J. S. First stereoselective total synthesis of (–)-stagonolide A // *Tetrahedron Lett.* 2010. No 2. Pp. 106–111.
30. Sabitha G., Sankara Reddy S. S., Yadav J. S. Stereoselective total synthesis of cryptopyranmoscatone A1 // *Tetrahedron Lett.* 2011. No 52. Pp. 2407–2409.
31. Sabitha G., Sankara Reddy S. S., Yadav J. S. Total synthesis of cryptopyranmoscatone B1 from 3,4,6-tri-O-acetyl-D-glucal // *Tetrahedron Lett.* 2010. No 51. Pp. 6259–6261.
32. Tilekar J. N. Patil N. T., Jadhav D. D. Concise and practical synthesis of (2S,3R,4R,5R) and (2S,3R,4R,5S)-1,6-dideoxy-1,6-iminosugars // *Tetrahedron.* 2003. Vol. 59. Pp. 1873–1876.

33. Michel K. H., Chaney M. O., Jones N. D., Hoehn M. M., Nagarajan R. Epipolythiopiperazinedione antibiotics from penicillium turbatum // J. Antibiotics. 1974. Vol. 27. Pp. 57-64.

## R E F E R E N C E S

1. Lichtenthaler F. W., Peters S. Carbohydrates as green raw materials for the chemical industry // C. R. Chimie. 2004. No. 7. Pp. 65–90.
2. Madsen R. Oxidation, reduction, and deoxygenation // Glycoscience chemistry and chemical biology. 2008. Pp. 181.
3. Röper H. Selective oxidation of D-glucose: chiral intermediates for industrial utilization // Carbohydrates as organic raw materials. 1991. Pp. 342–349.
4. Ramachandran S., Fontanille P., Pandey A., Larroche C. Gluconic acid: properties, applications and microbial production // Food Technol. Biotechnol. 2006. Vol. 44. Pp. 185–195.
5. Sviridov A.F., Ermolenko M.S., Kochetkov N.K. Synthesis of macrolide antibiotics communication 4. Synthesis of the C11-C13 fragment of narbomycin // Bulletin of academy of sciences of the USSR. Division of chemical sciences. 1982. Pp. 2270-2273
6. Sviridov A.F., Ermolenko M.S., Kochetkov N.K. Synthesis of macrolide antibiotics communication 3. Synthesis of the C9-C13 fragment of oleandonolide and erythronolide B // Bulletin of academy of sciences of the USSR. Division of chemical sciences. 1982. 31. 11. Pp. 2267-2270.
7. Sviridov A.F., Ermolenko M.S., Kochetkov N.K. Synthesis of macrolide antibiotics communication 2. Synthesis of the C9-C13 fragment of erythronolides A, C and megalonolide // Bulletin of academy of sciences of the USSR. Division of chemical sciences. 1982. 31. 11. Pp. 2260-2266.
8. Sviridov A.F., Ermolenko M.S., Kochetkov N.K. Synthesis of macrolide antibiotics communication 1. Synthesis of the C1-C6 fragment of 14-membered macrolide antibiotics // Bulletin of academy of sciences of the USSR. Division of chemical sciences. 1982. 31. 11. Pp. 2256-2259.
9. Rossiter S.E., Fletcher M. H., Wuest W. M. Natural products as platforms to overcome antibiotic resistance // Chem. Rev. 2017. Vol.117. No. 19. Pp. 12415–12474.
10. Kinoshita M. A., Ohsawa N., Gomi S. Chiral synthesis of 3,5,7-tri-O-benzyl-1,4,6-trideoxy-4, 6-di-C-methyl-keto-l-ido-2-heptulose, a synthetic segment of the C-1–C-6 portion of erythronolide A // Carbohyd. Res. 1982. Vol. 109. No. 5. Pp. 5–23.
11. Sayini R., Srihari P. Studies on the total synthesis of antibiotic macrolactin S: A conventional approach for the synthesis of the C1–C9 and C10–C24 fragments // Synthesis. 2018. Vol. 50. Pp. 663–675.

12. Stach H., Hesse M. Synthesis of macrocyclic compounds by ring enlargement // *Tetrahedron*. 1988. Vol. 44. No 6. Pp. 1573–1590.
13. Pradhan T. K., Hassner A. A facile synthesis of (n+ 3) and (n+ 4) ring-enlarged lactones as well as of spiroketolactones from n-membered cycloalkanones // *Synthesis*. 2007. Vol. 21. Pp. 3361–3370.
14. Khalilova Yu.A., Spirikhin L.V., Salikhov Sh.M., Valeev F.A. Eleuthesides and their analogs: v. Medium- and large-ring lactones based on levoglucosenone  
*Russian Journal of Organic Chemistry*. 2014. V. 50. No 1. Pp.117-127.
15. Reddy A. B., Swamy B. K., Yadav J. S. A concise total synthesis of cleistenolide // *Tetrahedron: Asymmetry*. 2016. No. 27. Pp. 788–790.
16. Samwel S., Mdachi S. J. M., Nkunya M. H. H., Irungu B. N., Moshi M. J., Moulton B., Luisi B. S. Cleistenolide and cleistodienol: Novel bioactive constituents of *Cleistochlamys kirkii* // *Nat. Prod. Commun.* 2007. No 2. Pp. 737–741.
17. Masamune S., Yamamoto H., Kamata S., Fukuzawa A. Synthesis of macrolide antibiotics.2. Methymycin // *J. Amer. Chem. Soc.* 1975. Vol. 97. No 12. Pp. 3513–3515.
18. Raghavendra S., Tadiparthi K., Yadav J. S. Total syntheses of prelactone V and prelactone B // *Carbohydr. Res.* 2017. No 442. Pp. 17–19.
19. Manoni F., Rumo C., Li L., Harran G. Unconventional fragment usage enables a concise total synthesis of (-)-callyspongiolide // *J. Am. Chem. Soc.* 2018. No 140. Pp. 1280–1284.
20. Ghosh A. K., Kassekert L. A., Bungard J. D. Enantioselective total synthesis and structural assignment of callyspongiolide // *Org. Biomol. Chem.* 2016. No 14. Pp. 11357–11370.
21. Pham C-D., Hartmann R., Stork B., Wesselborg S., Lin W., Proksch P. Callyspongiolide, a Cytotoxic Macrolide from the Marine Sponge *Callyspongia* sp // *Org. Lett.* 2014. No 16. Pp. 266–269.
22. Yadav J. S., Rao B. M., Rao K. S. Total synthesis of 8-methoxygoniodiol related compounds via chiron approach // *Tetrahedron: Asymmetry*. 2009. No. 20. Pp. 1725–1730.
23. Sayini R., Srihari P. Studies of the total synthesis of antibiotic macrolactin S: a conventional approach for the synthesis of the C1-C9 and C10-C24 fragments // *Synthesis*. 2018. No 50. Pp. 663–675.
24. Shing T.K.M., Cheng H.M. Short Syntheses of Gabosine I and Gabosine G from  $\delta$ -D-Gluconolactone // *J. Org. Chem.* 2007. Vol. 72. pp. 6610–6613.
25. Still W. S., Gennari C. Direct synthesis of z-unsaturated esters. A useful modification of the Horner-Emmons olefination // *Tetrahedron Lett.* 1983. No 24. Pp. 4405–4408.

26. Yadav J. S., Raghavendra S., Satyanarayana M., Balanarsaiah E. Phosphomolybdic Acid Supported on Silica Gel: An Efficient, Mild and Reusable Catalyst for the Chemoselective Hydrolysis of Acetonides // *Synlett*. 2005. No 16. Pp. 2461–2464.
27. Grubbs R. H. Olefin metathesis // *Tetrahedron*. 2004. No 60. Pp. 7117–7140.
28. Milev A.S., Kannangara K., Wilson M. // *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. 2005. pp. 920–958.
29. Srihari P., Kumaraswamy B., Bhunia D. C., Yadav J. S. First stereoselective total synthesis of (-)-stagonolide A // *Tetrahedron Lett.* 2010. No 21. Pp. 106–111.
30. Sabitha G., Sankara Reddy S. S., Yadav J. S. Stereoselective total synthesis of cryptopyranmoscatone A1 // *Tetrahedron Lett.* 2011. No 52. Pp. 2407–2409.
31. Sabitha G., Sankara Reddy S. S., Yadav J. S. Total synthesis of cryptopyranmoscatone B1 from 3,4,6-tri-O-acetyl-D-glucal // *Tetrahedron Lett.* 2010. No 51. Pp. 6259–6261.
32. Tilekar J. N. Patil N. T., Jadhav D. D. Concise and practical synthesis of (2S,3R,4R,5R) and (2S,3R,4R,5S)-1,6-dideoxy-1,6-iminosugars // *Tetrahedron*. 2003. Vol. 59. Pp. 1873–1876.
33. Michel K. H., Chaney M. O., Jones N. D., Hoehn M. M., Nagarajan R. Epipolythiopiperazinedione antibiotics from penicillium turbatum // *J. Antibiotics*. 1974. Vol. 27. Pp. 57-64.

**Финансирование.** Работа выполнена по теме №122031400259-1 госзадания.

#### **Сведения об авторах:**

**Абдрахманов Ильдус Бариевич**, доктор химических наук, академик Академии наук Республики Башкортостан, ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан»; главный научный сотрудник, Уфимский институт химии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», Уфа, Российская Федерация, e-mail: [sinymet@anrb.ru](mailto:sinymet@anrb.ru). ORCID ID: 0000-0002-7609-5443.

**Валеев Фарид Абдуллович**, доктор химических наук, главный научный сотрудник, профессор, Уфимский институт химии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», Уфа, Российская Федерация, e-mail: [valfar@anrb.ru](mailto:valfar@anrb.ru). ORCID ID: 0000-0001-5975-8439

**Файзуллина Лилия Халитовна**, доктор химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Уфимский институт химии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», e-mail: [sinymet@anrb.ru](mailto:sinymet@anrb.ru). ORCID ID: 0000-0003-2552-1833

**Тагиров Артур Ринатович**, кандидат химических наук, научный сотрудник, научно-технический центр ООО «Тольяттикаучук», Тольятти, Российская Федерация, e-mail: [TagirovAR@tatneft.tatar](mailto:TagirovAR@tatneft.tatar). ORCID ID: 0000-0001-7318-825X.

*Author's personal details:*

**Abdrakhmanov Ildus Barievich**, Doctor of Chemical Sciences, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, GBNU “Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan”; Chief Researcher, Ufa Institute of Chemistry, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation, e-mail: [sinvmet@anrb.ru](mailto:sinvmet@anrb.ru). ORCID ID: 0000-0002-7609-5443.

**Valeev Farid Abdullovich**, Doctor of Chemical Sciences, Chief Researcher, Professor, Ufa Institute of Chemistry, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation, e-mail: [valfar@anrb.ru](mailto:valfar@anrb.ru). ORCID ID: 0000-0001-5975-8439

**Faizullina Liliya Khalitovna**, Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Ufa Institute of Chemistry, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, e-mail: [sinvmet@anrb.ru](mailto:sinvmet@anrb.ru). ORCID ID: 0000-0003-2552-1833

**Tagirov Artur Rinatovich**, Candidate of Chemical Sciences, researcher, scientific and technical center of Togliattikauchuk LLC, Tolyatti, Russian Federation, e-mail: [TagirovAR@tatneft.tatar](mailto:TagirovAR@tatneft.tatar). ORCID ID: 0000-0001-7318-825X.

© Абдрахманов И.Б., Валеев Ф.А., Файзуллина Л.Х., Тагиров А.Р.

## ФОРМИРОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПО ВИДАМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ИХ УТИЛИЗАЦИЯ

© Кузнецов Александр Игоревич

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,  
г. Уфа, Российский Федерация

**Аннотация.** За период с 2016 по 2022 гг. рост отходов объемов производства и потребления по Российской Федерации составил 66,7%: с 5,4 до 9 млрд.тонн в год. Исследование показало, что в 2022 г. наибольший удельный вес в структуре образования отходов производства принадлежал добыче полезных ископаемых (94,5%), обрабатывающим производствам (4,7%), сельскому хозяйству (0,5%), обеспечению электрической энергией, газом и паром (0,2%), водоснабжению, водоотведению (0,1%). В структуре образования отходов в сфере добычи полезных ископаемых наибольший удельный вес принадлежит добыче угля (68% или 8,4 млрд.тонн выбросов). Второе место по удельному весу образования отходов принадлежит добыче металлических руд (около 29% или 2,4 млрд.тонн отходов). Третье место принадлежит добыче прочих полезных ископаемых (3,4%, или 0,4 млрд.тонн). Четвертое место принадлежит добыче сырой нефти и природного газа (0,1% или 8,3 млн.тонн). Пятое место принадлежит предоставлению услуг в области добычи полезных ископаемых (0,1% или 5,2 млн.тонн). Анализ структуры образования отходов в результате деятельности обрабатывающих производств по Российской Федерации показал, что наибольшее число отходов производится в результате функционирования металлургических производств (44,2% или 182,8 млн.тонн), химических веществ и химических продуктов (38% или 157 млн.тонн), производства текстильных изделий (5,5% или 22,8 млн.тонн), обработки прочей неметаллической минеральной продукции (3,7% или 15,3 млн.тонн) и т.д. Размеры утилизируемых и обезвреживаемых отходов в Российской Федерации за период с 2016 по 2022 гг. возросли на 28%. Однако темп роста образования в результате производства и потребления отходов в стране опережает количество утилизируемых отходов. В связи с чем доля утилизируемых и обезвреженных отходов в общем объеме образованных отходов в Российской Федерации уменьшилась с 60,6 до 46,5%. В структуре утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации наибольший удельный вес принадлежит добыче полезных ископаемых (92,4%), обрабатывающим производствам (4,6%), водоснабжению и водоотведению (2%), сельскому хозяйству (1%). Актуальность

экологического природопользования в последние годы принимает все более возрастающее значение и является важным направлением научных исследований.

**Ключевые слова:** отходы, производство, потребление, утилизация, виды экономической деятельности.

## **GENERATION OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE BY TYPE OF ECONOMIC ACTIVITY IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THEIR DISPOSAL**

© **Kuznetsov Alexander Igorevich**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Ufa University of Science and Technology»,  
Ufa, Russian Federation

**Summary.** For the period from 2016 to 2022 the growth of production and consumption waste in the Russian Federation amounted to 66.7%: from 5.4 to 9 billion tons per year. The study showed that in 2022 the largest share in the structure of production waste generation belonged to mining (94.5%), manufacturing (4.7%), agriculture (0.5%), supply of electricity and gas and steam (0.2%), water supply, sanitation (0.1%). In the structure of waste generation in the mining sector, the largest share belongs to coal mining (68% or 8.4 billion tons of emissions). The second place in terms of the share of waste generation belongs to the mining of metal ores (about 29% or 2.4 billion tons of waste). Third place belongs to the extraction of other minerals (3.4%, or 0.4 billion tons). The fourth place belongs to the production of crude oil and natural gas (0.1% or 8.3 million tons). Fifth place belongs to the provision of services in the field of mining (0.1% or 5.2 million tons). An analysis of the structure of waste generation as a result of the activities of manufacturing industries in the Russian Federation showed that the largest amount of waste is produced as a result of the functioning of metallurgical industries (44.2% or 182.8 million tons), chemical substances and chemical products (38% or 157 million tons), textile production (5.5% or 22.8 million tons), processing of other non-metallic mineral products (3.7% or 15.3 million tons), etc. Amounts of recycled and neutralized waste in the Russian Federation for the period from 2016 to 2022. increased by 28%. However, the growth rate of waste generation as a result of production and consumption in the country outpaces the amount of waste being disposed of. In this connection, the share of recycled and neutralized waste in the total volume of generated waste in the Russian Federation decreased from 60.6 to 46.5%. In the structure of recycling and disposal of production and consumption waste by type of economic activity in the Russian Federation, the largest share belongs to mining (92.4%), manufacturing (4.6%), water supply and sanitation (2%), agriculture (1%). The relevance of environmental management has

become increasingly important in recent years and is an important area of scientific research.

**Key words:** waste, production, consumption, disposal, types of economic activity.

**Введение.** Экологическое природопользование в последние годы становится все более актуальным направлением научных исследований и практической деятельности, поскольку включает в себя вопросы, связанные с повышением эффективности использования природных ресурсов, созданием специальной инфраструктуры по утилизации отходов производства и потребления по всем видам экономической деятельности, обновлением основных производственных фондов производственных предприятий, реализацией природоохранных мероприятий, повышением экологической грамотности населения и другие.

Среди российских ученых-геологов известны имена Вернадского В.А., – основателя теории экологии, науки биогеохимии, доказавшего наличие круговорота углерода в химических циклах; Будыко М.И., - создавшего теорию климата и обосновавшего рост концентрации парниковых газов; Гофмана К.Г., - определившего экономические и социальные оптимумы и нормативы качества окружающей среды; Воронцова Н.Н., - занимавшегося природоохранными мероприятиями и созданием заповедников в стране; Кожевникова Г.А., - основателя Всероссийского общества охраны природы в 1924 году; Бородин И.П., исследовавшего природоохранные проблемы в стране; Яблокова В.Я., – создателя природоохранных организаций «Московское общество защиты животных» и «Гринпис СССР», а также партию «Союз зеленых России» и многих других.

В Республике Башкортостан известна научная школа Бориса Михайловича Миркина, чей вклад в развитие экологического просвещения населения региона был огромен [3, 4, 5, 6]. Им была создана концепция и программа экологической оптимизации структуры агроэкосистем, теории науки о растительности, направления охраны биологического разнообразия и другие. Научно-обоснованный подход к развитию комплексной системы утилизации отходов производства и потребления по всем видам экономической деятельности не только имеет важное научно-теоретическое значение, но и важное практическое значение. При этом основополагающую роль в формировании научно-обоснованных выводов и предложений имеют данные официальной статистики по вопросам утилизации отходов производства и потребления по всем видам экономической деятельности в Российской Федерации.

**Цель статьи** заключается в исследовании состава и структуры формирования отходов производства и потребления по всем видам экономической деятельности в Российской Федерации, а также объемы и

структуры утилизации отходов производства и потребления в разрезе видов экономической деятельности.

**Материалы и методы.** В исследовании использованы официальные данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации за период с 2016 по 2022 гг. В качестве основных методов использованы графический, табличный и статистический методы исследования.

**Результаты исследования.** Рост объемов потребления закономерно ведет к увеличению объемов отходов как производства, так и потребления. Согласно официальным данным Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, за последние годы размеры отходов от производственной деятельности, а также отходы, образующиеся в результате естественного потребления в Российской Федерации, из года в год растут (рисунок 1).



Рисунок 1 – Образование отходов производства и потребления по Российской Федерации (млрд. тонн)[1]

За период с 2016 по 2022 гг. рост объемов производства и потребления по Российской Федерации составил 66,7%: с 5,4 до 9 млрд.тонн в год. В связи с короновирусной эпидемией в 2020 г. размер отходов производства и потребления был меньше, чем в 2019 г. на 10,2%, а в 2021 г. по отношению к уровню 2020 г. значение данного показателя увеличилось на 20%. Это объясняется тем, что страна почти 2-2,5 месяца находилась в состоянии локдауна, при котором часть предприятий была вынуждена остановить производственную деятельность и отпустить работников в вынужденные отпуска, некоторые малые предприятия были ликвидированы, либо претерпели банкротство.

Оценка структуры формирования отходов производства и потребления в стране позволяет сделать вывод о том, что их наибольший удельный вес принадлежит сфере добычи полезных ископаемых (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структура образования отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации (в процентах)[1]

В 2016 г. удельный вес отходов производства и потребления в сфере добычи полезных ископаемых был равным 88,3%, к 2022 г. стал равным 94,5%. В физическом выражении значение данного показателя в сфере добычи полезных ископаемых возросло на 77,4%: с 4,7 до 8,4 млрд.тонн.

На втором месте по удельному весу образования отходов находятся обрабатывающие производства. За период с 2016 по 2022 гг. значение данного показателя уменьшилось с 10,3 до 4,7%. В физическом выражении значение данного показателя в обрабатывающих производствах сократилось на 25%: с 549,3 до 413,5 млн.тонн.

Удельный вес отходов производства и потребления в сфере сельского хозяйства в общероссийском объеме отходов уменьшился с 0,9 до 0,5%. В физическом выражении значение данного показателя в сфере сельского хозяйства уменьшилось на 7,2%: с 49,2 до 45,7 млн. тонн. Исследование показало, что в 2022 г. наибольший удельный вес в структуре образования отходов производства принадлежал добыче полезных ископаемых (94,5%), обрабатывающим производствам (4,7%), сельскому хозяйству (0,5%), обеспечению электрической энергией, газом и паром (0,2%), водоснабжению, водоотведению (0,1%). Более детально эту информацию можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1 – Структура образования отходов производства и потребления по основным видам экономической деятельности по Российской Федерации [1]

Показатели	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 к 2016 (+/-)
добыча полезных ископаемых	88,3	94,3	95,6	95,1	92,7	92,9	94,5	+6,2
обрабатывающие производства	10,3	4,5	3,4	3,9	6,3	6,2	4,7	-5,6
сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	0,9	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	-0,4
обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	-0,2
водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0

Удельный вес отходов производства и потребления в сфере обеспечения электрической энергией, газом и паром уменьшился с 0,4 до 0,2%. В физическом выражении значение данного показателя в сфере обеспечения электрической энергией, газом и паром уменьшилось на 12,6%: с 20,5 до 17,9 млн. тонн.

Удельный вес отходов производства и потребления в сфере водоснабжения; водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений не изменился, составив 0,1%. В физическом выражении значение данного показателя в сфере водоснабжения; водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений возросло на 48,2%: с 7,2 до 10,6 млн. тонн.

Структуру образования отходов производства и потребления в сфере добычи полезных ископаемых по Российской Федерации представим на рисунке 3.



Рисунок 3 – Структура образования отходов производства и потребления в сфере добычи полезных ископаемых по Российской Федерации (в процентах)[1]

В структуре образования отходов в сфере добычи полезных ископаемых наибольший удельный вес принадлежит добыче угля. Значение этого показателя в 2016 г. было равным 71,5%, к 2022 г. стало составлять 67,8%. В физическом выражении значение данного показателя возросло на 77,4%: с 4,7 до 8,4 млрд.тонн.

Второе место по удельному весу образования отходов принадлежит добыче металлических руд. Значение этого показателя в 2016 г. было равным 20,3%, к 2022 г. стало составлять 28,7%. В физическом выражении значение данного показателя возросло в 2,5 раза: с 957,6 до 2403,8 млн.тонн.

На третьем месте – добыча прочих полезных ископаемых. Значение этого показателя в 2016 г. было равным 8%, к 2022 г. стало составлять 3,4%. В физическом выражении значение данного показателя сократилось на 25%: с 549,3 до 413,5 млн.тонн.

На четвертом месте – добыча сырой нефти и природного газа. Значение этого показателя в 2016 г. было равным 0,2%, к 2022 г. стало составлять 0,1%. В физическом выражении значение данного показателя возросло на 6,5%: с 7,8 до 8,3 млн.тонн.

На пятом месте – предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых. Значение этого показателя за период с 2016 по 2022 гг. не

изменилось, составив 0,1%. В физическом выражении значение данного показателя возросло на 20,4%: с 4,4 до 5,2 млн.тонн.

Рассмотрим структуру образования отходов в обрабатывающих производствах (рисунок 3).

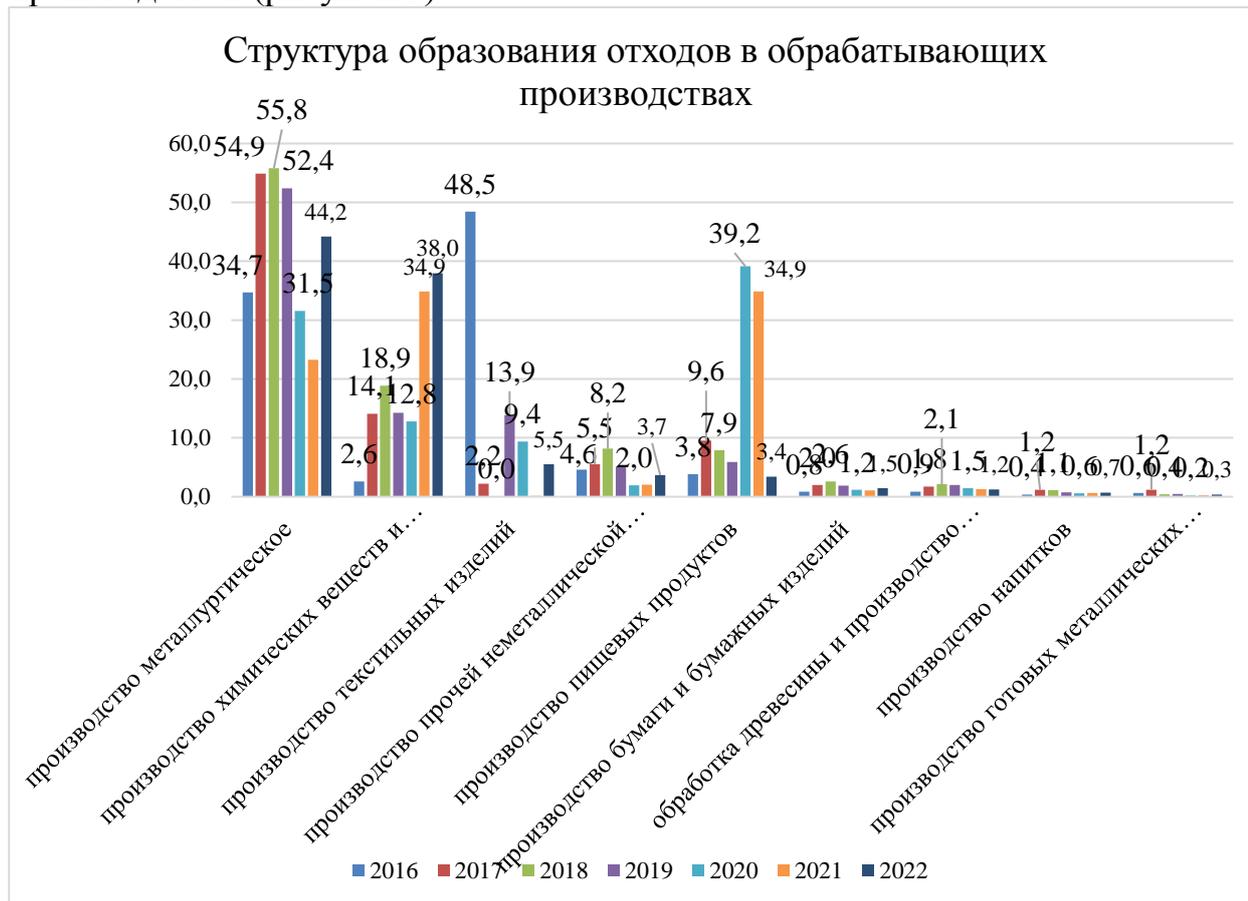


Рисунок 4 – Структура образования отходов в обрабатывающих производствах по Российской Федерации (в процентах) [1]

Анализ структуры образования отходов в результате деятельности обрабатывающих производств по Российской Федерации показал, что наибольшее число отходов производится в результате функционирования металлургических производств. Удельный вес отходов металлургических производств возрос с 34,7 до 44,2%, в физическом выражении значение данного показателя уменьшилось на 4,1%: с 190,6 до 182,8 млн.тонн.

На втором месте в структуре образования отходов в обрабатывающих производствах принадлежит производству химических веществ и химических продуктов. Удельный вес отходов химических веществ и химических продуктов возрос с 2,6 до 38%, в физическом выражении значение данного показателя уменьшилось в 11,1 раза с 14,2 до 157 млн.тонн.

На третьем месте в структуре образования отходов в обрабатывающих производствах принадлежит производству текстильных изделий. Удельный вес

отходов от производства текстильных изделий сократился с 48,5 до 5,5%, в физическом выражении значение данного показателя уменьшилось в 11,7 раза: с 266,2 до 22,8 млн. тонн.

На четвертом месте в структуре образования отходов в обрабатывающих производствах принадлежит прочей неметаллической минеральной продукции. Удельный вес отходов от производства прочей неметаллической минеральной продукции сократился с 4,6% до 3,7%. В физическом выражении значение данного показателя сократилось на 39,5%: 25,2 до 15,3 млн. тонн.

Согласно официальным данным, размеры утилизируемых и обезвреженных отходов в Российской Федерации и года в год растут (рисунок 5).

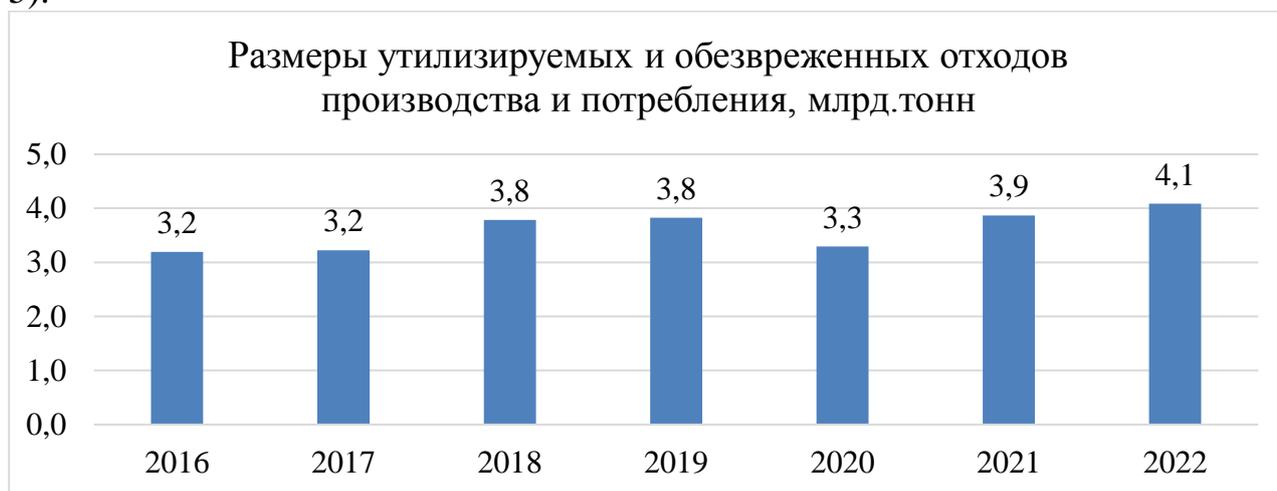


Рисунок 5 – Размеры утилизируемых и обезвреженных отходов в Российской Федерации (в млрд. тонн) [2]

Размеры утилизируемых и обезвреженных отходов в Российской Федерации за период с 2016 по 2022 гг. возросли на 28%. Однако, как мы уже отмечали выше, за анализируемый период рост объемов отходов, образующихся в результате производства и потребления в стране, опережает количество утилизируемых отходов. За период с 2016 по 2022 гг. темп роста количества образованных отходов составил 66,7%: с 5,4 до 9 млрд. тонн в год.

Отношение количества утилизируемых и обезвреженных отходов к общему количеству отходов, образующихся в результате производства и потребления, выраженное в процентах, составляет долю утилизируемых отходов (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Доля утилизируемых и обезвреженных отходов в Российской Федерации (в процентах)[1, 2]**

Доля утилизируемых и обезвреженных отходов в общем объеме образованных отходов в Российской Федерации уменьшилась с 60,6 до 46,5%. Таким образом, несмотря на фактический рост объемов утилизируемых отходов, темп роста образования отходов настолько высок, что не способствует росту доли утилизируемых и обезвреженных отходов.

Рассмотрим утилизацию и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации в таблице 2.

**Таблица 2 – Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации (млн.тонн)[2]**

Показатели	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 в% к 2016
Добыча полезных ископаемых	2885,6	3021,8	3585,2	3561,6	2970,8	3510,6	3776,1	130,9
Обрабатывающие производства	243,4	135,9	128,3	177,4	230,6	247,0	187,2	76,9
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов	19,0	32,4	30,5	43,3	55,9	65,3	80,3	422,6
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	42,1	32,4	36,2	39,1	33,7	41,6	39,3	93,5
Обеспечение электрической энергией, газом и паром	1,8	0,8	1,7	1,8	1,6	2,2	2,5	135,8

Наибольшие объемы утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации отмечаются в сфере добычи полезных ископаемых. За период с 2016 по 2022 гг. размеры утилизации отходов в сфере добычи полезных ископаемых возросли на 30,9%: с 2885,6 до 3776,1 млн. тонн. Размеры утилизации обрабатывающих производств сократились на 23,1%: с 243,4 до 187,2 млн. тонн. Размеры утилизации отходов в результате водоснабжения и водоотведения возросли в 4,2 раза: с 19 до 80,3 млн. тонн. Размеры утилизации отходов от сельского хозяйства уменьшились на 6,5%: с 42,1 до 39,3 млн. тонн. Размеры утилизации отходов от обеспечения электрической энергией, газом и паром возросли на 35,8%: с 1,8 до 2,5 млн. тонн.

Рассмотрим структуру утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации наглядно на рисунке 7.



Рисунок 7 – Структура утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации [2] (в процентах)

В структуре утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации наибольший удельный вес принадлежит добыче полезных ископаемых. За период с 2016 по 2022 гг. значение данного показателя повысилось с 90,4 до 92,4%. Второе место по степени значимости принадлежит обрабатывающим производствам, удельный вес которых уменьшился с 7,6 до 4,6%. Третье место

принадлежит вопросам водоснабжения и водоотведения, удельный вес которых повысился с 0,6 до 2%. Четвертое место в структуре утилизации и обезвреживания отходов принадлежит сельскому хозяйству, удельный вес которого уменьшился с 1,3 до 1%.

Детализированную структуру распределения приоритетов по обезвреживанию отходов в обрабатывающих производствах рассмотрим в таблице 3.

Таблица 3 – Структура утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления в обрабатывающих производствах по Российской Федерации за период с 2016 по 2022 гг. (в процентах) [2]

Показатели	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Производство металлургическое	40,7	54,5	56,9	43,3	28,4	24,6	54,0
Производство химических веществ и химических продуктов	1,8	16,2	14,9	12,7	11,6	19,0	28,4
Производство прочей неметаллической минеральной продукции	4,6	8,2	8,4	7,7	2,8	3,2	4,3
Производство пищевых продуктов	4,1	9,6	6,6	5,5	47,6	45,6	3,6
Производство бумаги и бумажных изделий	1,9	4,1	4,5	3,1	2,1	2,2	2,9
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	1,5	2,9	3,0	2,4	2,1	2,2	2,1
Производство текстильных изделий	40,4	0,0	0,1	22,6	2,3	0,3	1,5
Ремонт и монтаж машин и оборудования	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,1
Производство напитков	0,3	0,7	0,7	0,3	0,4	0,3	0,5
Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	0,1	0,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,3
Производство кокса и нефтепродуктов	0,1	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0,3
Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3
Производство резиновых и пластмассовых изделий	0,0	0,8	3,1	0,1	1,5	0,8	0,3
Производство прочих транспортных средств и оборудования	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	0,6	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	0,1	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0
Производство прочих готовых изделий	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Производство мебели	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Производство электрического оборудования	1,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Показатели	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Производство кожи и изделий из кожи	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
Производство одежды	1,5	0,9	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0

В структуре утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления в обрабатывающих производствах по Российской Федерации металлургическим производствам принадлежит 40,7-54%, утилизации химических веществ и химических продуктов – 1,8-28,4%, прочим неметаллическим минеральным продуктам – 4,6-4,3%, утилизации пищевых продуктов – 4,1-3,6%, утилизации бумаги и бумажных изделий – 1,9-2,9%, утилизации древесины – 1,5-2,1%, утилизации текстильных изделий – 40,4-1,5% и т.д.



Рисунок 8 – Структура утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления в топ-5 обрабатывающих производств по Российской Федерации (в процентах) [Рассчитано по: 2]

Важно отметить, что фактически 95% ключевых направлений в процессе утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления в обрабатывающих производствах сконцентрировано на пяти видах экономической деятельности.

В 2016 г. – это металлургические производства (40,7%), производство химических веществ и химических продуктов (1,8%), производство прочей неметаллической минеральной продукции (4,6%), производство пищевых продуктов (4,1%) и производство бумажных изделий (1,9%).

В 2022 г. наибольший удельный вес утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления принадлежал металлургическим производствам (54%), затем производству химических веществ и химических продуктов (28,4%), производству прочей неметаллической минеральной продукции (4,3%), производству пищевых продуктов (3,6%) и производству бумажных изделий (2,9%).

Стабильный физический объем утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления отмечается по металлургическим производствам. В 2016 г. было утилизировано и обезврежено 99,2 млн.тонн отходов, в 2022 г. – 101,2, т.е. на 2% больше.

В 2016 г. физический объем утилизации и обезвреживания отходов химических веществ и химических продуктов составил 4,3 млн.тонн отходов, в 2022 г. – 101,2 млн.тонн, т.е. в 12,3 больше.

Физический объем утилизации и обезвреживания отходов производства прочей неметаллической минеральной продукции уменьшился с 25,2 до 15,3 млн. тонн, т.е. почти на 40%.

В заключении необходимо сделать следующие **выводы**:

Во-первых, размеры утилизируемых и обезвреживаемых отходов в Российской Федерации за период с 2016 по 2022 гг. возросли на 28%. Однако темп роста их образования в результате производства и потребления в стране опережает общие объемы их утилизации. В связи с чем доля утилизируемых и обезвреженных отходов в общем объеме образованных отходов в Российской Федерации уменьшилась с 60,6 до 46,5%. В структуре утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации наибольший удельный вес принадлежит добыче полезных ископаемых (92,4%), обрабатывающим производствам (4,6%), водоснабжению и водоотведению (2%), сельскому хозяйству (1%).

Во-вторых, состояние здоровья населения во многом зависит от общего экологического окружения, от своевременной утилизации и обезвреживания отходов, от прагматизма и профессионализма в принятии управленческих решений в области экологии и природоохранных мероприятий, а также от экологической грамотности населения. В последнее время все более актуальным становится вопрос рационального потребления, согласно которому

использование ресурсов должно основываться на разумном, взвешенном, целевом подходе с максимальной степенью эффективности, повышения качества производимой продукции для увеличения срока ее эксплуатации. При этом существует экономический закон возвышающихся потребностей, который способствует росту потребительского спроса и увеличению объемов производства с одной стороны, а с другой, именно этот закон является двигателем экономики, поскольку спрос формирует создание новых производств, новых рабочих мест, способствует росту доходов населения и решению социально-экономических проблем жизнедеятельности людей. В этой связи мы видим противоречие, при котором активизация потребительского спроса является основой развития экономики, а с другой способствует росту отходов производства и потребления практически по всем видам экономической деятельности.

В-третьих, рациональное природопользование должно выступать главным регулятором, при котором темп роста утилизации отходов должен опережать рост их образования. Для этого процесс превращения отходов в новые материалы, продукты через вторичную переработку позволит сэкономить время и ресурсы на добычу новых полезных ископаемых, снизить выбросы парниковых газов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт государственной статистики Российской Федерации. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации. Источник: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 10.09.2023).
2. Официальный сайт государственной статистики Российской Федерации. Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности (по ОКВЭД2). Источник: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 12.09.2023).
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология для устойчивого развития Республики Башкортостан. Уфа: Табигат, 2006. С.190-295. (295 с.).
4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Краткий энциклопедический словарь современной экологии. М.: Университетская книга, 2007. С.150-220. (230 с.).
5. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология Башкортостана: учебник для средней школы. Уфа: Китап, 2008. С.112-115. (239 с.).
6. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология и устойчивое развитие Республики Башкортостан, учебное пособие. Уфа: «ИП Хабибов И.З.», 2010. С. 202-245. (296 с.).

## REFERENCES:

1. Official website of state statistics of the Russian Federation. Generation, use, disposal and disposal of production and consumption waste in the Russian Federation. Source: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (date of access: 09/10/2023).
2. Official website of state statistics of the Russian Federation. Recycling and neutralization of production and consumption waste by type of economic activity (according to OKVED2). Source: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (date of access: 09/12/2023).
3. Mirkin B.M., Naumova L.G. Ecology for sustainable development of the Republic of Bashkortostan. Ufa: Tabigat, 2006. Pp.190-295. (295 p.).
4. Mirkin B.M., Naumova L.G. Brief encyclopedic dictionary of modern ecology. M.: University Book, 2007. Pp.150-220. (230 p.).
5. Mirkin B.M., Naumova L.G. Ecology of Bashkortostan: textbook for secondary school. Ufa: Kitap, 2008. Pp.112-115. (239 p.).
6. Mirkin B.M., Naumova L.G. Ecology and sustainable development of the Republic of Bashkortostan, textbook. Ufa: IP Khabibov I.Z., 2010. Pp. 202-245. (296 p.).

### *Сведения об авторах:*

**Кузнецов Александр Игоревич**, студент, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». 450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. ORCID ID: 0009-0008-6364-2867. E-mail: [aleksander2055@mail.ru](mailto:aleksander2055@mail.ru).

### *Author's personal details:*

**Kuznetsov Aleksandr Igorevich**, student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa University of Science and Technology». 450076, g. Ufa, ul. Zaki Validi, 32. ORCID ID: 0009-0008-6364-2867. E-mail: [aleksander2055@mail.ru](mailto:aleksander2055@mail.ru).

© Кузнецов А.И.