

между теорией и практикой, формируя у студентов комплекс профессиональных компетенций, необходимых для успешного старта карьеры в условиях цифровой экономики. Интеграция этого подхода в учебные планы является стратегическим вкладом в подготовку высококвалифицированных кадров, готовых к решению актуальных задач бизнеса.

Опыт, полученный в ходе такой проектной деятельности, является мощным конкурентным преимуществом для студента на рынке труда. Выпускники, имеющие в портфолио реализованные проекты на 1С, востребованы на позициях: специалист по внедрению и сопровождению 1С; ассистент бизнес-аналитика; младший программист 1С; консультант по ERP-системам и др. Для вузов такое сотрудничество с компанией «1С» позволяет повысить качество образования, приблизить его к реальным требованиям индустрии и увеличить процент трудоустройства выпускников.

Список литературы

1. Грекул, В. И. Проектное управление в сфере информационных технологий: учебное пособие / В. И. Грекул, Н. Л. Коровкина, Ю. В. Куприянов. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2024. - 339 с. - (Проекты, программы, портфели). - ISBN 978-5-93208-834-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2178507> (дата обращения: 17.10.2025).

2. Медведева О.А. Разработка образовательных ресурсов университета с интеграцией учебных материалов компании 1С: в рамках проекта Цифровые кафедры / О.А. Медведева, А.А. Шаронова // Материалы XXV Международной научно-практической конференции Новые информационные технологии в образовании - 2025 (Интеграция ИТ-индустрии и системы образования на базе технологических решений 1С стратегии роста). - 2025. - Текст: электронный. - URL: <https://educonf.1c.ru/conf2025/thesis/15981/> (дата обращения: 07.10.2025).

3. Медведева О.А. Проектирование и разработка информационной системы на базе платформы 1С: Предприятие / Б.И. Халиуллин, О.А. Медведева // Математическое моделирование процессов и систем: Материалы XIV Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием. - СФ УУНиТ, 2024. - С. 239-243.

4. Медведева О.А. Применение современных цифровых инструментов и технологий в образовательной среде / Медведева О.А., ВострокнUTOва Ю.Н. // Математическое моделирование процессов и систем: материалы XIII Международной молодежной научно-практической конференции. - СФ УУНиТ, 2023. - С. 926-932.

5. Проектное управление: учебник / Г.Д. Антонов, О.П. Иванова, В.М. Тумин, Ю.В. Данейкин, П.А. Костромин. - Москва: ИНФРА-М, 2023. - 294 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/1864377. - ISBN 978-5-16-017640-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1910633> (дата обращения: 10.10.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО CO₂ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ТРЕЩИННО-ПОРОВЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Мирзаев О. О.

аспирант, младший научный сотрудник, кафедра «Внутрипластовое горение», Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казанский (Приволжский) федеральный университет
mr.mirzayev92@mail.ru

Елисеева Т.Н.

инженер кафедры «Внутрипластовое горение», Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казанский (Приволжский) федеральный университет.
wicpot@mail.ru

Аннотация: Понимание механизмов формирования углеводородов является ключевым для оценки перспектив дальнейшего освоения нефтегазовых ресурсов Узбекистана. Биотическая теория объясняет происхождение нефти преобразованием органического вещества, однако ряд современных наблюдений стимулирует интерес к абиогенным моделям глубинного синтеза. В данной работе рассматриваются геологические и петрографические данные по палеозойским и мезозойским комплексам Узбекистана, анализируются различия свойств сланцев и терригенных пород, а также оцениваются перспективы применения сверхкритического CO₂ для модификации их фильтрационно-ёмкостной структуры. Приведены результаты лабораторных исследований, выполнены сопоставления с зарубежным опытом и рассмотрены особенности применения CO₂ в технологиях повышения нефтеотдачи. Сделан вывод о высокой эффективности CO₂ при низких

температурах и способности этого флюида формировать более развитую систему трещин, по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: Узбекистан, углеводороды, сверхкритический CO₂, сланцы, кероген, трещиноватость, повышение нефтеотдачи, палеозой, Бухарско-Хивинский район, глубинные процессы.

STUDY OF THE APPLICATION OF SUPERCRITICAL CO₂ FOR MODIFYING THE PROPERTIES OF FRACTURED-POROUS RESERVOIRS

Mirzayev O. O.

Graduate Student, Junior Research Fellow, Department of In-Situ Combustion, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University.

mr.mirzayev92@mail.ru

Eliseyeva T. N.

Engineer, Department of *In-Situ Combustion*, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga Region) Federal University

wicpot@mail.ru

Abstract: Understanding the mechanisms of hydrocarbon formation is essential for assessing the prospects of further development of Uzbekistan's oil and gas resources. The biotic theory explains the origin of petroleum by the transformation of organic matter; however, a number of modern observations have stimulated interest in abiogenic models of deep synthesis. This paper examines geological and petrographic data on Paleozoic and Mesozoic complexes of Uzbekistan, analyzes the differences in properties of shales and terrigenous rocks, and evaluates the prospects of using supercritical CO₂ to modify their filtration-capacity structure. The results of laboratory studies are presented, comparisons with international experience are made, and the specific features of CO₂ application in enhanced oil recovery technologies are discussed. It is concluded that CO₂ demonstrates high efficiency at low temperatures and the ability to create a more developed fracture system compared to traditional methods.

Keywords: Uzbekistan, hydrocarbons, supercritical CO₂, shales, kerogen, fracturing, enhanced oil recovery, Paleozoic, Bukhara-Khiva region, deep processes.

SYUPERKRITIK CO₂NING YORIQ-G'OVAKLI KOLLEKTORLAR XUSUSIYATLARINI MODIFIKATSIYA QILISHDAGI QO'LLANILISHINI TADQIQ ETISH

Mirzayev O. O.

aspirant, kichik ilmiy xodim, «Plast ichida yonish» kafedrası, Geologiya va neft-gaz texnologiyalari institute, Qozon Federal universiteti

yanishmr.mirzayev92@mail.ru

Yeliseyeva T. N.

«Qatlam ichida yonish» kafedrası muhandisi, Geologiya va neft-gaz texnologiyalari institute, Qozon Federal universiteti

wicpot@mail.ru

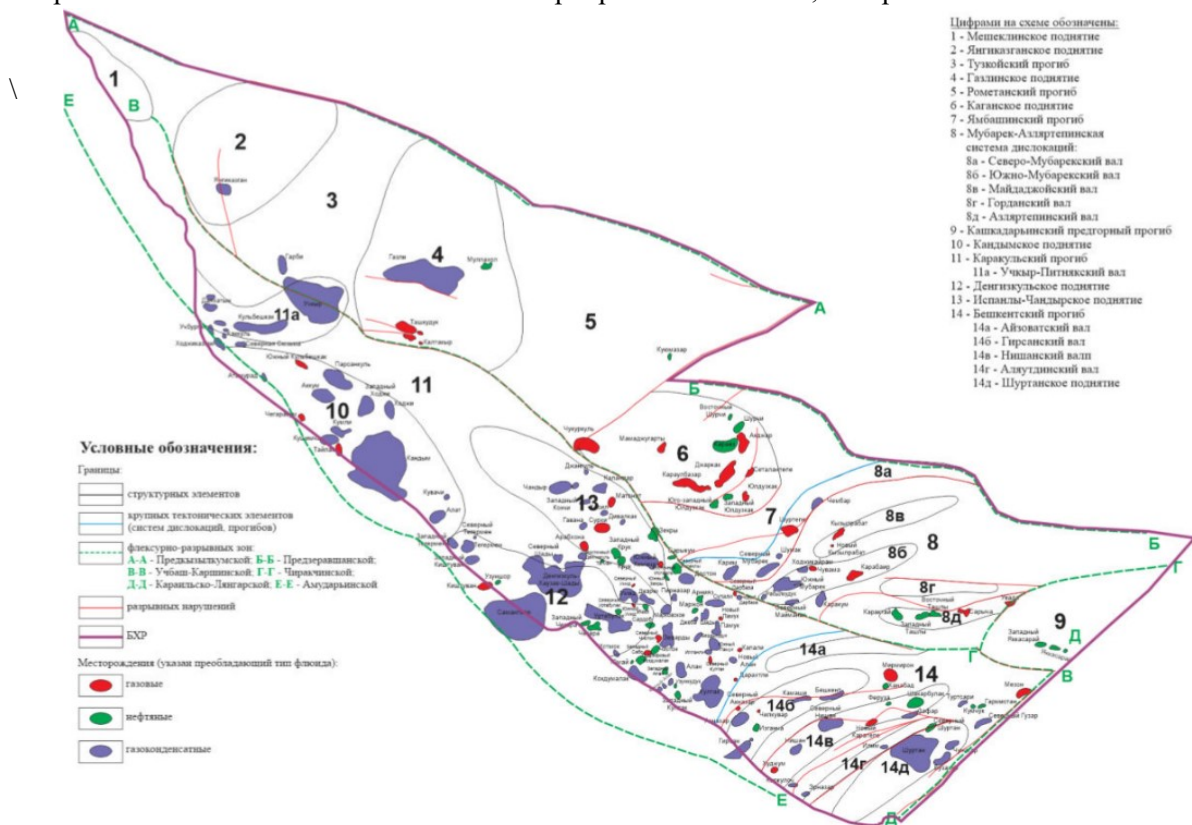
Annotatsiya: O'zbekistonning neft-gaz resurslarini yanada o'zlashtirish istiqbollarini baholashda uglevodorodlarning hosil bo'lish mexanizmlarini tushunish muhim ahamiyatga ega. Neftning kelib chiqishi biotik nazariyaga ko'ra organik moddaning o'zgarishi bilan izohlanadi, biroq ayrim zamonaviy kuzatuvlar chuqur qatlamlardagi abiogen sintez modellariga qiziqishni kuchaytirmoqda. Ushbu maqolada O'zbekistonning paleozo y va mezozoy geologik tuzilmalariga oid geologik va petrografik ma'lumotlar ko'rib chiqiladi, slanetslar va terrigen jinslarning xossalardagi farqlar tahlil etiladi, shuningdek, superkritik CO₂dan ularning filtrlash-sig'im xususiyatlarini modifikatsiya qilishda foydalanish imkoniyatlari baholanadi. Laboratoriya tadqiqotlari natijalari taqdim etilgan, xorijiy tajriba bilan qiyosiy tahlillar o'tkazilgan va neft qaytarimini oshirish texnologiyalarida CO₂ qo'llanilishining o'ziga xos jihatlari muhokama qilingan. CO₂ past haroratlarda yuqori samaradorlik ko'rsatishi hamda an'anaviy usullarga nisbatan rivojlangan yoriqlar tizimini shakllantira olishi haqida xulosa qilingan.

Kalit so'zlar: O'zbekiston, uglevodorodlar, superkritik CO₂, slanetslar, kerogen, yoriqlanish, neft qaytarimini oshirish, paleozo y, Buxoro–Xiva mintaqasi, chuqur jarayonlar.

Введение. Исследование природы углеводородов имеет двойственное значение: теоретическое и прикладное. Теоретическое связано с пониманием процессов, происходящих в недрах Земли. Прикладное - с оценкой имеющихся ресурсов. Для Узбекистана это особенно важно, поскольку освоенные месторождения постепенно истощаются, а потребность экономики в энергоресурсах растёт. В рамках теории биотическая модель остаётся наиболее распространённой. Она утверждает, что нефть - продукт преобразования органического вещества, накопившегося на дне древних водоёмов. Однако ряд фактов, о которых говорят геологи, заставляет рассматривать и другие механизмы. Например, наличие углеводородов в глубинных разломах, в гранитных массивах и в областях, где нет значительных толщ осадочных пород, требует иных объяснений.

Абиотическая теория предполагает образование углеводородов при высоких давлениях и температурах в мантии. Образовавшиеся углеводороды могут мигрировать вверх, заполняя ловушки в осадочных толщах. Этот процесс допускает периодическое «подпитывание» залежей, что радикально меняет привычное понимание исчерпаемости ресурсов. Современные экспериментальные исследования показывают, что реакции образования метана и более сложных углеводородов возможны при условиях, соответствующих верхней мантии. Похожие процессы наблюдаются и в современных геотермальных системах, где образуются новые углеводородные соединения (McCollom, 2016; Highton et al., 2021).

Для Узбекистана переход к исследованию альтернативных концепций имеет практическое значение. Значительная часть традиционных объектов находится в поздней стадии разработки, и поиск новых ресурсов предполагает анализ палеозойского фундамента, нетрадиционных коллекторов и обновлённых технологий воздействия на пласт. Одним из наиболее перспективных направлений становится использование сверхкритического CO₂, который способен менять



трещиноватость и пористость пород даже при сравнительно низких температурах. Это делает технологию привлекательной для месторождений, где классические методы малоэффективны
Рис. 1.

Рис. 1. Обзорная схема размещения месторождений УВ Бухоро-Хивинской НГО

1. Геологические особенности нефтегазоносных регионов Узбекистана. Узбекистан обладает сложным геологическим строением, в котором присутствуют как молодые мезо-

кайнозойские осадочные бассейны, так и древние палеозойские структуры. Основные нефтегазоносные районы сосредоточены в пределах Бухарско-Хивинской, Ферганской и Устюртской области. Многолетняя эксплуатация этих месторождений привела к истощению ресурсов углеводородов.

Бухарско-Хивинский район характеризуется широким развитием юрских и меловых отложений, однако именно палеозойские отложения сегодня вызывают повышенный интерес. Их изученность значительно ниже, чем у мезозойских структур, но признаки нефтегазоносности фиксировались здесь ещё в начале XX века [1-3].

Сланцевые породы занимают особое место. Они содержат значительные объёмы органического вещества и характеризуются сложным поровым пространством: межзерновые поры, микротрещины, адсорбированная нефть. Именно такие породы наиболее чувствительны к воздействию сверхкритических флюидов.

2. Минералогия и органический состав сланцев Узбекистана. Элементный состав керогена значительно варьирует между районами (таблица 1). Например, в Байсунском регионе наблюдается повышенное содержание кислорода и серы, тогда как в Сангрунтау - более высокий диапазон углерода. Эти различия определяют поведение керогена при нагреве и его чувствительность к флюидам.

Новые наблюдения:

- Породы с высоким содержанием кислорода легче подвергаются окислению и реагируют с CO₂.

- Присутствие серы способствует образованию сернистых соединений в ходе термической обработки.

- Наличие азота указывает на примеси белковых структур исходного органического вещества.

Сланцы Узбекистана относятся преимущественно к керогену II и III типов, что соответствует смешанным и гумусовым органическим массам. Такие типы имеют для технологий CO₂-EOR (Enhanced Oil Recovery) Таб. 1.

Таблица 1. Элементный состав керогена горючих сланцев

	Элементный состав, %				
	C (углерод)	H (водород)	O (кислород)	N (азот)	S (сера)
Сингрунтау (Навайская область)	56-82	5-10	10-40	0,2-0,8	0,2-11
Байсунское (Сурхандарьинская область)	64,5	7,7	20,3	2,3	5,2
Уртабулак (Бухарская область)	60-70	7-8	До 20	2,6	8-11

3. Перспективы применения CO₂: мировой опыт и актуальность для Узбекистана

В последние десять лет CO₂ стал активно внедряться как более экологичный и эффективный агент для интенсификации добычи. Его основные преимущества:

- низкая вязкость, позволяющая проникать в микротрещины;
- высокая растворяющая способность по отношению к органическому веществу и смолам;

- способность к расширению при снижении давления;

- отсутствие водонасыщения порового пространства, что снижает риск кольматации.

В США технология CO₂ применяется на сланцевых месторождениях Bakken и Eagle Ford. В Китае ведутся крупные пилотные исследования по CO₂-разрыву в карбонатных коллекторах.

Для Узбекистана технология актуальна по трём причинам:

1. Многие месторождения содержат высоковязкую нефть, трудную для разработки;

2. Коллекторы характеризуются низкой проницаемостью и слабой естественной трещиноватостью;

3. Наличие собственных источников CO₂ (газоперерабатывающие производства) снижает себестоимость технологии Рис. 2.

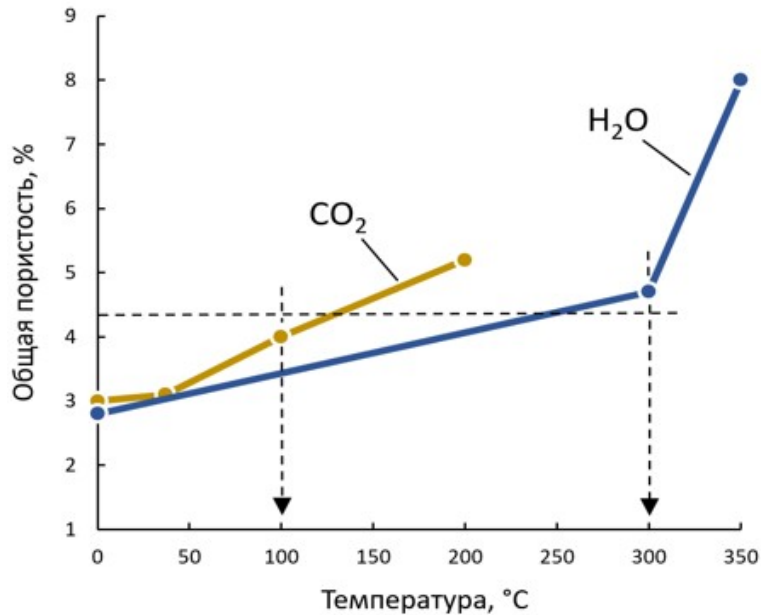


Рис. 2. Изменение общей пористости под действием субкритических флюидов

При сравнении полученных результатов необходимо отметить, что сопоставимые значения общей пористости достигаются в случае углекислотной среды при гораздо более низкой температуре.

4. Экспериментальная оценка влияния CO₂ на пористость и трещиноватость. Изучение поведения пород при воздействии CO₂ проводилось при температуре 100°C. Было установлено:

- пористость возрастает даже при низких температурах;
- изменённая структура пор напоминает структуру образцов, обработанных водой при 300°C;
- происходит раскрытие ранее неактивных микротрещин;
- наблюдается частичное растворение минералов, содержащих карбонаты.

Это означает, что CO₂ обладает двойным эффектом: механическим (раскрытие) и химическим (реакция с минералами).

Эксперименты подтверждают данные Zhang et al. (2017), согласно которым CO₂ создаёт более разветвлённую систему трещин, чем вода или гелевые проппанты.

5. Обсуждение результатов. Полученные данные позволяют сделать несколько важных выводов:

- использование CO₂ требует меньше энергии, чем паротепловые методы;
- CO₂ взаимодействует с углеродистой матрицей керогена, изменяя структуру пор;
- технология подходит для коллекторов, которые традиционно считались «неработающими»;
- потенциал внедрения высок в регионах с развитой инфраструктурой добычи.

Кроме того, CO₂ может быть использован совместно с методами хранения углекислого газа (CCS), что соответствует мировым тенденциям снижения выбросов.

5. Заключение. Исследование подтвердило, что сверхкритический CO₂ может служить эффективным агентом для управляемой модификации фильтрационно-ёмкостных свойств трещинно-поровых коллекторов Узбекистана. Его применение позволяет улучшить трещиноватость, увеличить пористость и повысить нефтеотдачу при более низких энергозатратах. Кроме того, технология соответствует международным трендам по снижению углеродного следа. Переход к использованию CO₂ способен значительно расширить ресурсы, особенно в палеозойских комплексах, которые долгое время считались малоизученными. Это создаёт новые направления для научных исследований и промышленного внедрения.

Список литературы

1. Габрильян А.М. Литология, палеогеография и вопросы нефтегазоносности верхнемеловых и палеогеновых отложений Ферганской депрессии. - Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1957. - 397 с.
2. Акрамходжаев А.М., Сайдалиева М.С. Ферганский нефтегазоносный бассейн. - М.: Изд-во «Недра», 1971. - 280 с.
3. Нугманов А.Х. О нефтегазоносности осадочных пород Ферганской депрессии // Узбекский геологический журнал. - 1962. - № 3. - С. 27-36.
4. Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Т.7. Средняя Азия. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. - 352 с.
5. Оводов Н.Е. Геологические предпосылки формирования газовых месторождений в пределах платформенной части запада Средней Азии / Генезис углеводородных газов и формирование месторождений: Сборник статей. -М.: Наука. - 1977. - С. 229-241.
6. Хамраев С. И. Анализ использования горючих сланцев в Узбекистане // Academy. - 2017. - №. 4 (19). - С. 17-18.
7. Jian G. et al. Evaluation of a Greener Fracturing Fluid for Geothermal Energy Recovery: An Experimental and Simulation Study //Geothermics. - 2021. - Т. 97. - С. 102266.
8. Zhang X. et al. Experimental study on fracture initiation and propagation in shale using supercritical carbon dioxide fracturing //Fuel. - 2017. - Т. 190. - С. 370-378.

OPTIMIZING WELLNESS ITINERARIES IN UZBEKISTAN'S SANATORIUMS USING MACHINE LEARNING-BASED HEALTH PROFILING

Sorokin S.V.

Senior Lecturer, Westminster International University in Tashkent (WIUT),
Tashkent, Republic of Uzbekistan
sorokinsergei7789@gmail.com

Aganova V.Y.

Student, Westminster International University in Tashkent (WIUT),
Tashkent, Republic of Uzbekistan
iamvioletta9@gmail.com

Annotation: Health tourism in Uzbekistan is gaining prominence due to its historic sanatoriums offering wellness treatments like mineral baths and therapeutic massages. This paper proposes a machine learning-based recommendation system to design personalized wellness itineraries for tourists visiting Uzbekistan's sanatoriums in Tashkent and Samarkand. By analyzing health data (vital signs, medical history, and preferences), we employ collaborative filtering and clustering techniques to match tourists with treatments aligned to their health goals, such as stress reduction or cardiovascular health. Using synthetic datasets, we develop and evaluate a model implemented in Python with scikit-learn, addressing challenges like data scarcity and cultural alignment in Uzbekistan's tourism sector. Results demonstrate high model accuracy (85% recommendation relevance) and positive user satisfaction (4.2/5 rating). The system enhances personalization in Uzbekistan's wellness tourism, contributing to adaptive and equitable health ecosystems.

Keywords: health tourism, machine learning, personalized recommendation, Uzbekistan sanatoriums, wellness itineraries, collaborative filtering, clustering.

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ОЗДОРОВЛЕНИЯ В САНАТОРИЯХ УЗБЕКИСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Сорокин С.В.

Старший преподаватель, Международный Вестминстерский Университет в Ташкенте,
г. Ташкент, Республики Узбекистан
sorokinsergei7789@gmail.com

Аганова В.Ю.

Студент, Международный Вестминстерский Университет в Ташкенте, г. Ташкент, Республики
Узбекистан