

УДК 553.98

DOI: 10.46698/VNC.2025.21.52.013

Оригинальная статья

Закономерности размещения и условия формирования залежей углеводородов Северо-Донбасского газоносного района

С.В. Сикорская 

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
им. М.И. Платова, Россия, 346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132,
e-mail: sveta_gor_06@mail.ru

Статья поступила: 01.11.2024, доработана: 05.02.2025, принята к публикации: 07.02.2025

Резюме: В статье на основе комплексного анализа геологической и геохимической информации рассмотрено геологическое строение, история геологического развития Северо-Донбасского газонефтеносного района и проведена типизация открытых залежей углеводородов. **Актуальность работы.** Северо-Донбасский газонефтеносный район расположен на севере Ростовской области. В его пределах открыты газовые, газоконденсатные и нефтяные месторождения. Закономерности размещения и условия формирования залежей углеводородов этого региона не до конца изучены. Результаты исследования могут быть учтены при составлении схемы нефтегазоносности региона и определении первоочередных направлений геологоразведочных работ на нефть и газ. **Цель исследования.** Реконструировать историю геологического развития в контексте нефтегазообразования и нефтегазонакопления, на основе анализа изменчивости геохимических особенностей пластовых флюидов проанализировать закономерности размещения углеводородных скоплений в регионе. **Методы исследования.** Реконструкция процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления осуществлялась путем построения кривых погружения отложений и их сопоставления с установленными ранее схемами глубинной зональности катагенеза РОВ. Обработка геохимических данных осуществлялась методами статистики в программном пакете Statistica. Основными анализируемыми параметрами были углеводородный состав свободного газа, состав растворенного в подземных водах газа, групповой состав нефтей и соотношение пластового давления и давления насыщения. **Результаты исследования.** Была проведена типизация залежей, реконструирована история геологического развития, предложены основные механизмы формирования залежей.

Ключевые слова: континентальный рифтогенез, нефть, свободный газ, газовый конденсат, углеводородный состав газа, групповой состав нефти, пластовое давление, давление насыщения, кривые погружения отложений.

Для цитирования: Сикорская С.В. Закономерности размещения и условия формирования залежей углеводородов Северо-Донбасского газоносного района. *Геология и геофизика Юга России*. 2025. 15(1): 151-165. DOI: 10.46698/VNC.2025.21.52.013

DOI: 10.46698/VNC.2025.21.52.013

Original paper

The patterns of hydrocarbon deposits distribution and conditions of their formation in the North-Donbass gas and oil-bearing region

S.V. Sikorskaya 

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),
132 Prosveshcheniya Str., Novocherkassk 346428, Russian Federation,
e-mail: sveta_gor_06@mail.ru

Received: 01.11.2024, revised: 05.02.2025, accepted: 07.02.2025

Abstract: The article considers the geological structure of The North-Donbass gas and oil-bearing area, its geological history and typification of the discovered hydrocarbon deposits. The base of investigation is a complex analysis of geological and geochemical information. **Relevance.** The North-Donbass gas and oil-bearing region is situated in the north of Rostov region. Gas, oil and gas condensate fields have been discovered within its borders. The patterns of distribution of hydrocarbon deposits and conditions of their formation in this region have not been fully studied. The results can be applied in mapping of oil and gas potential of the region and determining the priority directions of exploration for oil and gas. **Aim.** To reconstruct the geological history in the context of oil and gas formation and accumulation. To analyze the patterns of the location of hydrocarbon accumulations in the region on the base of the analysis of the variability of geochemical features of reservoir fluids. **Methods.** The reconstruction of oil and gas formation and accumulation was carried out by constructing the sediment immersion curves and by their comparison with schemes of deep zonation of the organic matter catagenesis. Geochemical data was analyzed by statistical methods in the software package Statistica. The main analyzed parameters were the hydrocarbon composition of free gas, the composition of dissolved gas, the group composition of oils, and the ratio of reservoir pressure to saturation pressure. **Results.** Hydrocarbon deposits of the region were typified, the geological history was reconstructed, and the main mechanisms of deposit formation were proposed.

Keywords: continental rifting, oil, free gas, gas condensate, hydrocarbon composition of gas, group composition of oil, reservoir pressure, saturation pressure, sediment immersion curves.

For citation: Sikorskaya S.V. The patterns of hydrocarbon deposits distribution and conditions of their formation in the North-Donbass gas and oil-bearing region. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (In Russ.). 2025. 15(1): 151-165. DOI: 10.46698/VNC.2025.21.52.013

Введение

Наращивание сырьевой базы нашей страны всегда имело стратегический характер. Решение этой задачи может быть осуществлено только за счет постоянного и последовательного характера геологоразведочного процесса, теоретической основой которого должны быть представления о строении и геологическом развитии территории.

Приоритетом за счет поисков и оценки новых объектов становится все более сложной задачей. Наряду с этим в России остаются районы, перспективны нефтегазоносности которых не до конца изучены. Таковым является Северо-Донбасский газонефтеносный район (ГНР), в соответствии с общепринятым нефтегазогеологическим районированием выделенный в составе Днепровско-Донецкой газонефтяной области Днепровско-Припятской газонефтяной провинции

[Максимов, 1987]. Он расположен на севере Ростовской области и частично – на территории Луганской Народной Республики. Изучение его перспектив нефтегазоносности было начато еще в первой половине прошлого века. Значительный вклад в изучение нефтегазоносности Ростовского сектора Северо-Донбасского ГНР внесли С.В. Вальбе, Е.В. Мовшович, М.Л. Хацкель, В.А. Бобух, В.С. Назаренко, А.Н. Резников, Ю.И. Холодков и др. В результате были выделены основные перспективные комплексы: кора выветривания докембрийского фундамента и карбонатный комплекс нижнего и среднего карбона [Бобух, 2005].

Развитие угольной промышленности региона несправедливо явилось причиной снижения интереса к перспективам нефтегазоносности территории. Распад Советского Союза и нахождение Северо-Донбасского ГНР по разные стороны от государственной границы осложнило дальнейшее изучение, фактически полностью отсутствовала возможность объективного сопоставления геологических, геофизических и геохимических характеристик нефтегазоносных объектов, так необходимых для системного подхода к изучению закономерностей размещения и условий формирования залежей УВ в регионе.

Изучением тектонического строения и развития Днепровско-Донецкой впадины, представляющей в каменноугольное время единый с территорией Северо-Донбасского ГНР бассейн осадконакопления, занимались и западные ученые [Stovba et al., 2003; Saintot et al., 2003; Stovba et al., 2024; Sachsenhofer, 2010; Stephenson et al., 2012].

Помимо этого, необходимо учитывать, что имеющиеся исследования в области нефтегазоносности региона в основном базировались на геосинклинальной теории развития земной коры. Оценка перспектив нефтегазоносности Северо-Донбасского ГНР с позиции тектоники литосферных плит фактически не осуществлялась, в то время как этот подход кардинально меняет концепцию геологического развития региона.

Современные исследования региональной геологии и геодинамической активности региона [Granovsky, 2018; Юдин, 2003] являются основой при реконструкции истории геологического развития и этапов формирования региона как газонефтеносного.

Методы исследования

Выявление закономерностей размещения углеводородных скоплений Северо-Донбасского ГНР, расположенного на стыке двух крупных нефтегазоносных провинций, осуществлялось, главным образом, посредством реконструкции истории геологического развития региона в контексте нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции, анализа географии месторождений УВ, а также сопоставления физико-химических свойств пластовых флюидов.

Были построены кривые погружения отложений основных тектонических элементов Северо-Донбасского ГНР и прилегающих территорий и проведено их сопоставление с установленными ранее схемами глубинной зональности катагенеза РОВ. Кривые погружения были построены по данным стратиграфических разрезов, представленных в фондовых материалах, а также в опубликованных источниках.

При сопоставлении физико-химических свойств пластовых флюидов были учтены результаты анализа 48 проб нефти, 42 проб свободного газа и 24 проб пластовых вод нефтегазоносных отложений. Результаты исследований проб пластовых флюидов Северо-Донбасского ГНР и Нижневолжской НГО были взяты из фондовых отчетов, Днепровско-Донецкой впадины – из опубликованных справочных ма-

териалов. Обработка данных осуществлялась методами статистики в программном пакете Statistica (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

**Исходные данные для анализа состава и свойств пластовых флюидов/
Initial data for the analysis of the composition and properties of reservoir fluids**

Объект НГГ-районирования/ The object of oil and gas geological zoning	Количество анализов, участвующих в сопоставлении/ The number of analyses involved in the comparison		
	Групповой состав нефти/ Group composition of oil	Состав свободного газа/ Composition of free gas	Состав растворенного в подземных водах газа/ Composition of gases dissolved in groundwater
Северо-Донбасский ГНР/ the North-Donbass gas and oil bearing region	14	9	12
Нижеволжская НГО/ the Nizhnevolzhskaya oil and gas bearing area	30	14	4
Днепро-Донецкая впадина/ the Dnieper-Donets basin	4	19	8

Результаты исследований и их обсуждение

В тектоническом отношении Северо-Донбасский ГНР расположен в пределах Преддонецкой ступени, Междувдвиговой зоны и Преддонецкого прогиба (рис. 1). Преддонецкая ступень и Преддонецкий прогиб являются структурами Южного склона Воронежской антеклизы (ЮСВА), Междувдвиговая зона – частью Донецкого складчатого сооружения.

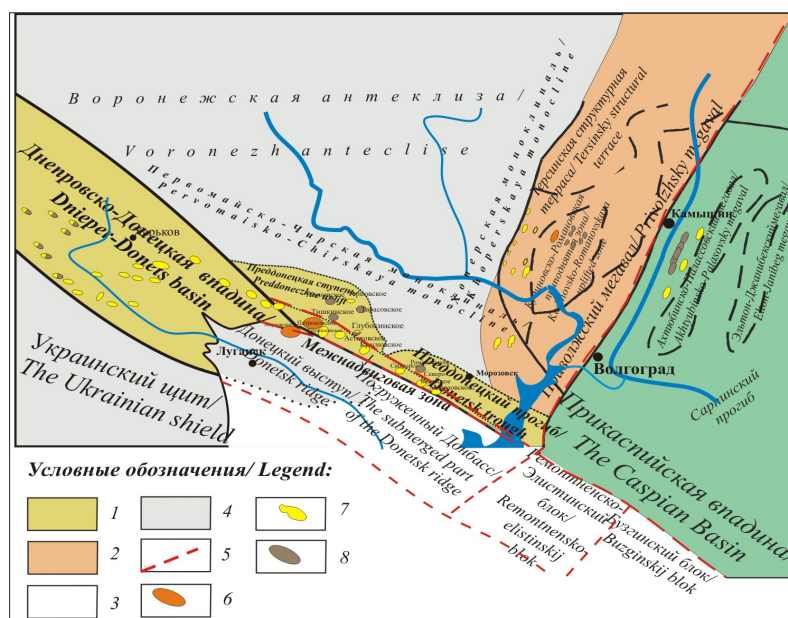


Рис. 1. Схема нефтегазогеологического районирования зоны сочленения Воронежской антеклизы и Днепро-Каспийской рифтовой зоны. Условные обозначения: 1 – Днепро-Припятская ГНП, 2 – Волго-Уральская НГП, 3 – территории неясных перспектив, 4 – бесперспективные территории, 5 – крупные дизъюнктивные нарушения, 6 – газоконденсатные месторождения, 7 – газовые месторождения, 8 – нефтяные месторождения /

Fig. 1. Scheme of oil and gas geological zoning of the junction zone of the Voronezh anticline and the Dnieper-Caspian rift zone. Legend: 1 – the Dnieper-Prityat gas and petroleum province, 2 – the Volga-Ural petroleum and gas province, 3 – territories with unclear prospects, 4 – unpromising territories, 5 – major faults, 6 – gas condensate fields, 7 – gas fields, 8 – oil fields

При рассмотрении истории геологического развития и условий формирования имеющихся в регионе залежей УВ необходимо учитывать, что Донецкое складчатое сооружение на западе граничит с Днепровско-Донецкой впадиной, на востоке переходит в кряж Карпинского. Все три геоструктурных элемента следует рассматривать как части единой Днепровско-Каспийской системы [Хаин и др., 2009]. Формирование этой системы было связано с проявлением процессов континентального рифтогенеза, происходящего между Воронежской антеклизой и Украинским щитом.

Процессы осадконакопления сначала начались в пределах северного борта Днепровско-Донецкой впадины. Подтверждением этого является наличие в разрезе осадочного чехла отложений девонского возраста. В пределах современного Донбасса процессы осадконакопления начались позже, в раннекаменноугольное время.

В среднекаменноугольное время Днепровско-Каспийская система представляла собой крупный прогиб с мелководно-морским режимом, интенсивность процессов ее прогибания была значительная, что подтверждается километровыми мощностями каменноугольных отложений. Наиболее стремительные трансгрессионные процессы отмечались в пределах Днепровско-Донецкой впадины. Для территории современного Донбасса в каменноугольном периоде было характерно одномоментное существование процесса погружения области осадконакопления и процесса воздымания области сноса терригенного обломочного материала, каковым являлись кластические осадки органического состава, в дальнейшем превращенные в ископаемые угли [Троценко, 2017]. Таким образом, каменноугольные отложения региона представляют собой мощную толщу карбонатных пород с высоким содержанием сапропелевого органического вещества (ОВ), чередующуюся с континентальными отложениями, содержащими преимущественно гумусовое ОВ.

В среднепермское время силы сжатия сменили режим рифтогенеза, Воронежская антеклиза и Украинский щит начали сближаться, в результате чего был сформирован Складчатый Донбасс. Западная часть Днепровско-Каспийской системы практически оставалась дивергентной зоной. Активизация Складчатого Донбасса продолжалась и в мезозое, проявляясь в тектоно-магматических процессах [Парада, 2023].

Таким образом, в каменноугольный период Днепровско-Донецкая впадина, а также территории, соответствующие Донецкому складчатому сооружению и кряжу Карпинского, были единым бассейном осадконакопления. Образование мелководно-морских отложений, благоприятных для формирования потенциально нефтегазоматеринских пород, было характерно для северного борта этой палеовпадины, которому соответствовали как территория Межнадвиговой зоны, так и территория Северного борта Днепровско-Донецкой впадины.

Основная часть месторождений УВ Северо-Донбасского ГНР открыта в Межнадвиговой зоне складчатого Донбасса. Этот геоструктурный элемент характеризуется относительно спокойным залеганием осадочных толщ и представляет собой узкую полосу юго-восточного простирания, которая на юге отделена Главным надвигом от Донецкого складчатого сооружения, на севере – Северо-Донецким (Глубокинским) надвигом от Преддонецкой ступени и Преддонецкого прогиба. Для Межнадвиговой зоны характерно моноклинальное залегание осадочного чехла, осложненное локальными структурами и дизъюнктивными нарушениями [Геология СССР, 1958, 1968].

В этой зоне открыты Кружиловское, Астаховское, Скосырское, Северо-Белянское, Морозовское газовые, Марковское, Патроновское газоконденсатные месторождения. В совокупности с месторождениями Рябухинско-Северо-Голубовского газоносного района, расположенного в юго-восточной части Северной прибортовой зоны Днепровского грабена, месторождения Межнадвиговой зоны образуют единый газоносный тренд юго-восточного направления.

В пределах Преддонецкой ступени открыты Леоновское, Тишкинское, Тарасовское нефтяные и Терновское газовое месторождения. В отличие от первых трех месторождений, где продуктивными являются отложения башкирского яруса, залежи Терновского месторождения приурочены к верейскому C_{2vt} горизонту московского яруса и располагаются на гипсометрически значительно более высоких отметках.

В ходе палеотектонического анализа изучаемой территории на основе опубликованных данных [Портная и др., 1978] были построены графики погружения отложений основных тектонических элементов Северо-Донбасского ГНР и прилегающих территорий (рис. 2 и рис. 3).

Сравнение графиков погружения каменноугольных отложений Преддонецкой ступени и Межнадвиговой зоны (рис. 2) свидетельствует о схожести картины геологического развития, разница глубин погружения одновозрастных отложений составляет в целом 500–600 м. Степень катагенетического преобразования каменноугольных отложений Преддонецкой ступени в большей степени соответствует градации катагенеза $МК_1$, в то время как Межнадвиговой зоны – $МК_2$, что в свою очередь свидетельствует о погружении вмещающих залежи отложений на глубины главной зоны нефтеобразования.

Перерыв в осадконакоплении и анализ истории геологического развития региона в целом косвенно указывает, что предпосылок для погружения исследуемых отложений до глубин главной зоны газообразования не было. Аналогичный вывод можно сделать при рассмотрении графиков погружения каменноугольных отложений северного борта и его восточной части Днепровско-Донецкой впадины, для которых характерно наличие исключительно газовых месторождений (рис. 2). Главная зона газообразования среднекаменноугольными отложениями была достигнута только в центральной части Днепровско-Донецкой впадины и, вероятно, в прогибе, соответствующем современным территориям Донецкого складчатого сооружения и его восточного продолжения.

Тектонические процессы раннепермского времени обусловили деформацию осадочных толщ. В пределах Донецкого складчатого сооружения эти толщи были деформированы в высокоамплитудные складки, осевые части которых в дальнейшем были денудированы, а имеющиеся на тот момент залежи углеводородов – разрушены. Поэтому зоны крупных и линейных складок складчатого Донбасса являются бесперспективными на нефть и газ.

Преддонецкий прогиб расположен северо-восточнее Межнадвиговой зоны. В его пределах открыто Романовское месторождение, нефтеносность которого установлена в отложениях черемшанского C_{2st} горизонта верхнебашкирских отложений. По графикам погружения среднекаменноугольных отложений было установлено, что потенциально материнские породы были погружены до глубин, соответствующих грациям катагенеза $МК_1$ – $МК_2$, и с начала позднекаменноугольного времени находятся в пределах главной зоны нефтеобразования (рис. 3).

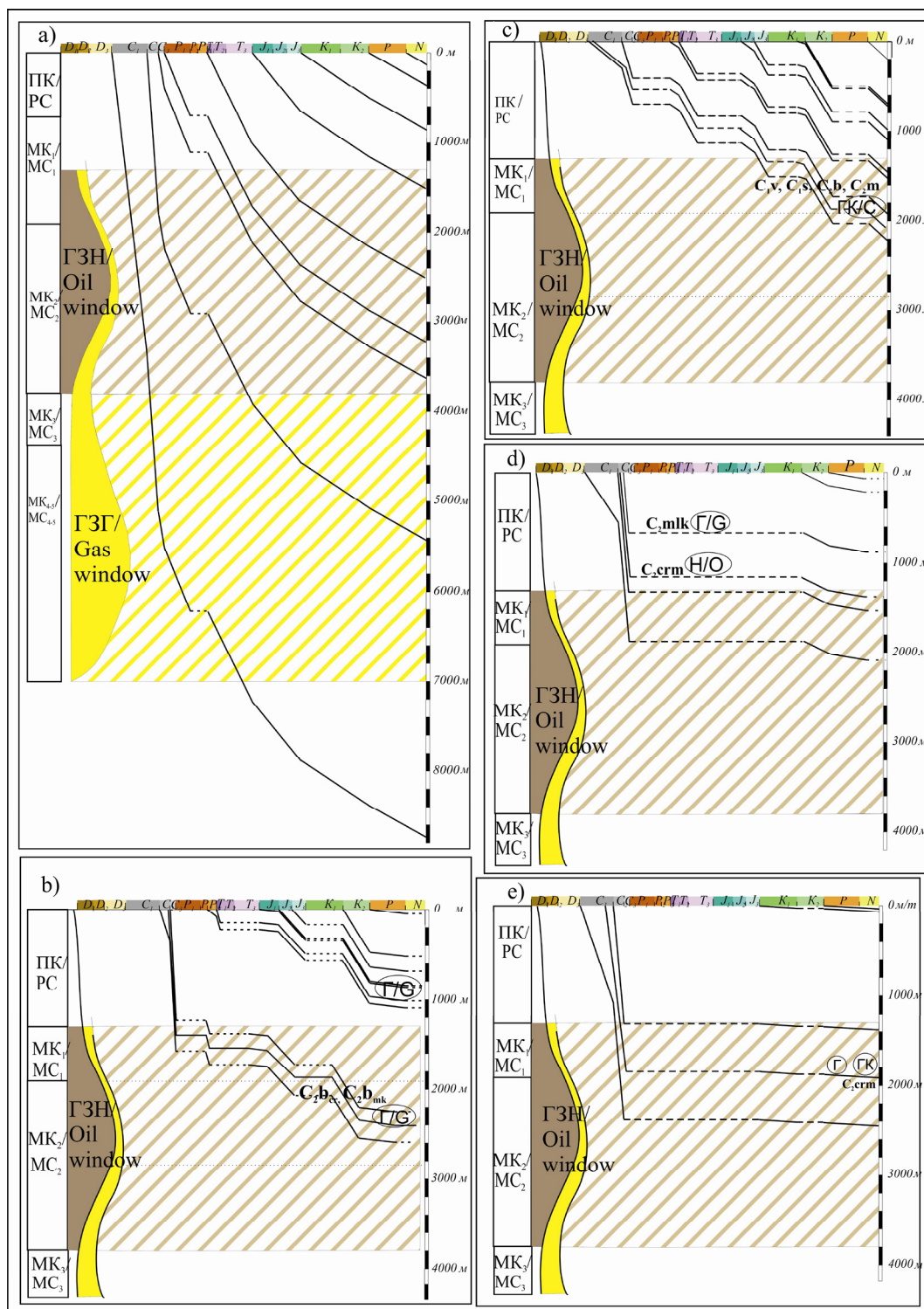


Рис. 2. Графики погружения отложений зоны сочленения Северо-Донбасского ГНР и Днепровско-Донецкой впадины: а) Центральная часть Днепровско-Донецкой впадины, б) Восточная часть северного борта Днепровско-Донецкой впадины, в) Северный борт Днепровско-Донецкой впадины, д) Преддонецкая ступень (Миллеровское поднятие), е) Межнадвиговая зона /

Fig. 2. The sediment immersion curves of the junction zone of The North-Donbass gas and oil-bearing area and the Dnieper-Donets basin: а) The central part of the Dnieper-Donets basin, б) The eastern part of the northern side of the Dnieper-Donets basin, в) The northern side of the Dnieper-Donets basin, д) The Preddoneczkoe (Millerovskoe) uplift, е) The Mezhnadvigovaya zone

Все части Северо-Донбасского ГНР, и Преддонецкая ступень, и Межнадвиговая зона, и Преддонецкий прогиб имели общую геологическую историю вплоть до начала формирования Донецкого складчатого сооружения. Затем для Преддонецкой ступени, как и для Межнадвиговой зоны был характерен регрессионный режим, проявившийся в длительном перерыве осадконакопления (рис. 2), в то время как Преддонецкий прогиб и в пермское, и в раннетриасовое время продолжал оставаться областью трансгрессии, что подтверждается накоплением мощной осадочной толщи (рис. 3). Таким образом, сформированные ранее залежи углеводородов всего Северо-Донбасского ГНР с началом формирования Донецкого складчатого сооружения оказались в новых термобарических условиях.

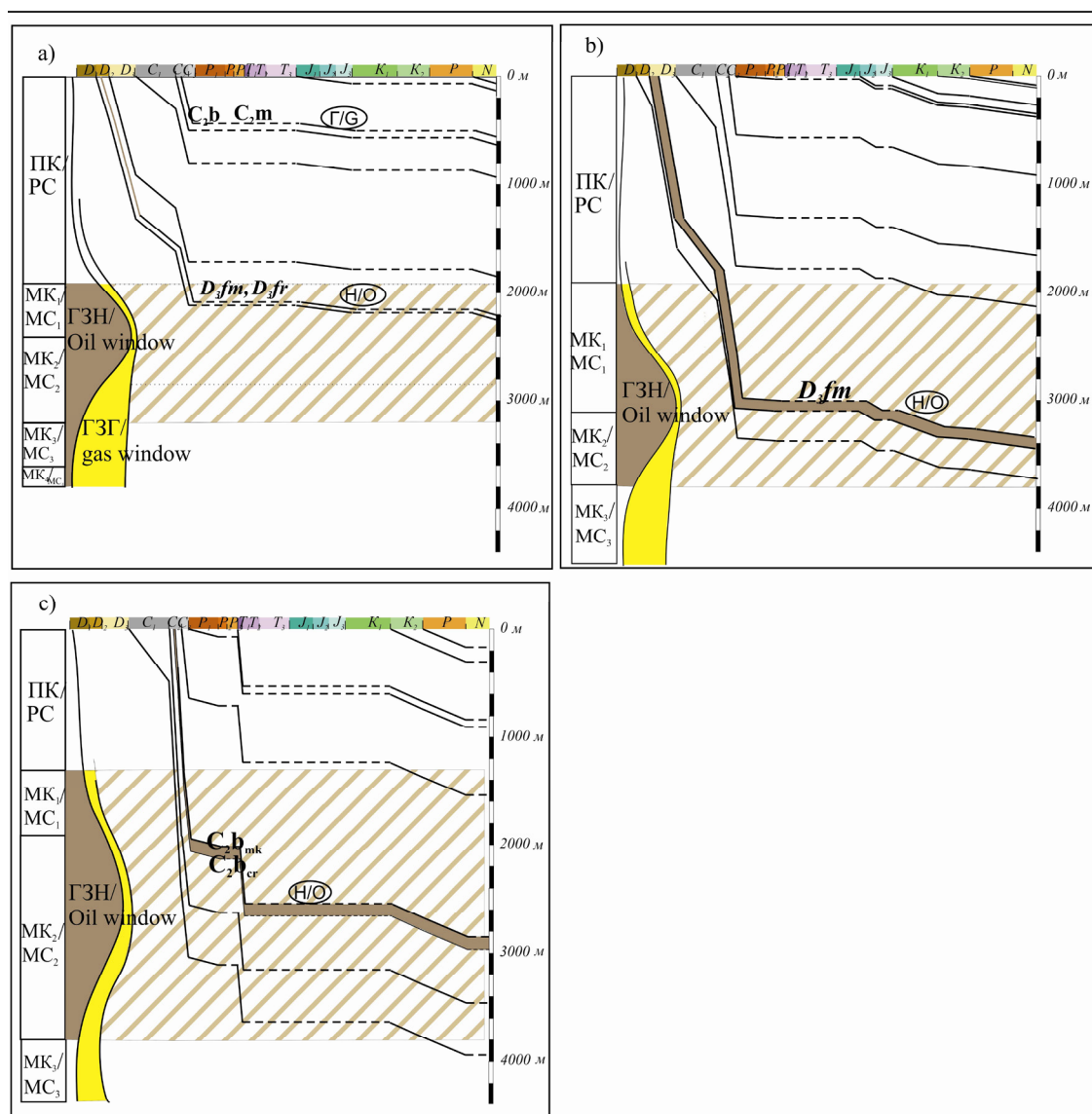


Рис. 3. Графики погружения отложений зоны сочленения Северо-Донбасского ГНР и Нижневолжской НГО: а) Арчединско-Донской сложный вал, б) Кудиновско-Романовская структурная терраса, в) Преддонецкий прогиб /

Fig. 3. The sediment immersion curves of the junction zone of the North-Donbass gas and oil-bearing area and the Nizhnevolzhskaya oil and gas bearing area: а) The Archedinskoy-Donskoy complex lifting, б) The Kudinovsko-Romanovskaya structural terrace, в) The Donetsk trough

Преддонецкий прогиб на северо-востоке переходит в Хоперскую моноклираль и Арчединско-Донской сложный вал Юго-восточного склона Воронежской антеклизы, которые с позиции нефтегазогеологического районирования относятся к Нижневолжской нефтегазоносной области. Здесь необходимо уточнить, что в пределах Волгоградского Правобережья основными нефтегазоносными комплексами являются ниже-среднедевонский терригенно-карбонатный и карбонатный нижнекаменноугольный, приуроченный к отложениям турнейского и визейского ярусов.

Примечательным фактом является то, что в пределах Арчединско-Донского сложного вала наряду с отложениями указанных нефтегазоносных комплексов, продуктивными являются отложения среднекаменноугольного возраста, стратиграфический диапазон газоносности схож с месторождениями Преддонецкой ступени, в частности с Терновским месторождением, а также Межнадвиговой зоны. Так, отложения каширского $C_2k\delta$ горизонта являются продуктивными на Арчединском месторождении, верейского $C_2v\gamma$ горизонта – на Саушинском, Арчединском и Шляховском месторождениях. Также продуктивными являются отложения мелекесского C_2mk и черемшанского $C_2\delta m$ горизонтов башкирского яруса [Газовые месторождения СССР, 1968].

Графики погружения отложений Арчединско-Донского сложного вала свидетельствуют о том, что среднекаменноугольные отложения в пределах этого геоструктурного элемента находятся в зоне протокатагенеза, они не были погружены даже до ГЗН (рис. 3), что позволяет сделать вывод о миграционной природе накопленных УВ газов. Нефтеносные отложения девонского возраста погружены также только до глубин ГЗН. Необходимо подчеркнуть, что газоносность отложений башкирского и московского ярусов в пределах Волгоградского Поволжья характерна только для Арчединско-Донского сложного вала (рис. 1).

Информативным инструментарием для определения взаимосвязи месторождений УВ Северо-Донбасского ГНР с залежами сопредельных территорий является анализ и сопоставление физико-химических свойств пластовых флюидов. В ходе исследования по фондовым и опубликованным данным [Газовые и газоконденсатные месторождения, 1983; Газовые месторождения СССР, 1968, Нефти СССР, Т. II, Т. III, 1972] были сопоставлены углеводородный состав пластовых газов газовых залежей, групповой состав нефтяных залежей, а также состав растворенных газов пластовых вод.

Газы газовых залежей Северо-Донбасского ГНР можно разделить на две группы: полужирные со значительным содержанием CO_2 и сухие с высоким содержанием N_2 . Первая группа характерна для залежей башкирского яруса (черемшанский $C_2\delta m$, мелекесский C_2mk горизонты) Межнадвиговой зоны (Глубокинское, Грачиское, Северо-Белянское, Скосырское месторождения), вторая группа свойственна залежам верейского $C_2v\gamma$ горизонта московского яруса Терновского месторождения, расположенного в пределах Преддонецкой ступени (рис. 4).

Газы северного борта Днепровско-Донецкого прогиба тоже характеризуются в основном высоким содержанием азота, низким содержанием углекислого газа, по степени жирности – как сухие, так и полужирные. Для центральной части Днепровско-Донецкого прогиба характерно более низкое содержание азота, вариации коэффициента жирности УВ газов также носят спорадический характер. При этом необходимо признать, что выборка данных по данному региону осуществлялась

исключительно по опубликованным источникам. Можно предположить, что включение в сравнение результатов анализа состава газов из фондовых материалов позволило бы получить более информативную картину.

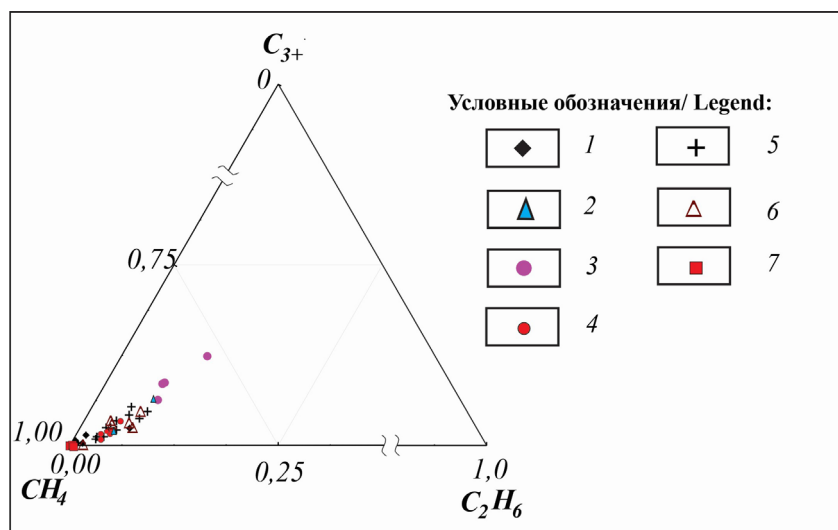


Рис. 4. Треугольная диаграмма углеводородного состава газа Северо-Донбасского ГНР и прилегающих территорий. Условные обозначения: 1 – ЮВСВА, верейский C_{2vr} горизонт; 2 – ЮВСВА, бобриковский C_{1bb} горизонт, 3 – ЮВСВА, девонские отложения, 4 – Центральный грабен Днепровско-Донецкой впадины, пермские отложения, 5 – Восточная часть Днепровско-Донецкой впадины, среднекаменноугольные отложения, 6 – Северо-Донбасский ГНР, среднекаменноугольные отложения, 7 – Северо-Донбасский ГНР, верейский C_{2vr} горизонт (Терновское месторождение) /

Fig. 4. Triangular diagram of the hydrocarbon composition of the gas of the North-Donbass gas and oil-bearing area and adjacent territories. Legend: 1 – The southeastern slope of the Voronezh anteclise, Vereysky C_{2vr} horizon, 2 – The southeastern slope of the Voronezh anteclise, Bobrikovsky C_{1bb} horizon, 3 – The southeastern slope of the Voronezh anteclise, Devonian deposits, 4 – The Central graben of the Dnieper-Donets basin, Permian deposits, 5 – The Eastern part of the Dnieper-Donets basin, Middle carboniferous deposits, 6 – The North-Donbass gas and oil-bearing area, Middle carboniferous deposits, 7 – The North-Donbass gas and oil-bearing area, Vereysky C_{2vr} horizon (Ternovskoye gasfield) /

Газы газовых залежей западной части Нижневолжской НГО также можно разделить на две большие группы, дифференциация которых очевидна не по тектонической, а по стратиграфической принадлежности.

Первая группа характерна для газовых залежей карбонатной толщи верхнедевонских–нижнекаменноугольных отложений. Газы характеризуются низким содержанием CO_2 , и N_2 и высоким содержанием гомологов метана, коэффициент жирности в среднем колеблется от 9 до 18 %.

Другая группа УВ газов характерна для упомянутых выше залежей верейского C_{2vr} горизонта Арчединско-Донского сложного вала, где литолого-стратиграфический комплекс идентичен газоносному комплексу Северо-Донбасского района. Состав газа этих залежей фактически идентичен УВ составу одновозрастных залежей Терновского месторождения (рис. 4).

Результаты сопоставления свойств нефтей сравниваемых геоструктурных зон не являются столь информативными и однозначными. В целом, по групповому составу нефти и Днепровско-Донецкой ГНО, и Северо-Донбасского ГНР, и Нижневолжской НГО характеризуются как метановые и относятся к наиболее распространенному типу нефтей земного шара (рис. 5).

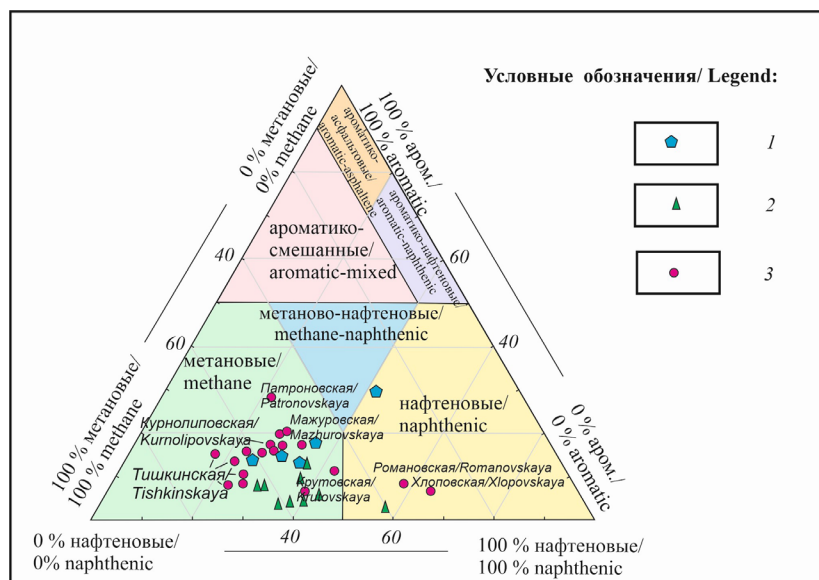


Рис. 5. Треугольная диаграмма компонентного состава нефтей Северо-Донбасского ГНР и прилегающих территорий. Условные обозначения: 1 – Пробы нефтей Днепровско-Донецкой ГНО, 2 – Пробы нефти Нижневолжской НГО, 3 – Пробы нефти Северо-Донбасского ГНР /

Fig. 5. Triangular diagram of the component composition of oil fields of the North-Donbass gas and oil-bearing area and adjacent territories. Legend: 1 – Oil samples of the Dnieper-Donets basin, 2 – Oil samples of the Nizhnevolzhskaya oil and gas bearing area, 3 – Oil samples of the North-Donbass gas and oil-bearing area

Нефти месторождений Днепровско-Донецкой ГНО, как и Северо-Донбасского ГНР, характеризуются высокими значениями газосодержания и близкими значениями давления насыщения и пластового давления. Многие залежи Северо-Донбасского ГНР характеризуются как газоконденсатные. В то же время нефтенасыщенные пласты с высоким газосодержанием и сравнительно близкими значениями давлений насыщения и гидростатического давления интерпретируются как пласты газоконденсатных залежей и наоборот.

На треугольной диаграмме группового состава нефтей обособленно расположены пробы нефти Романовского месторождения и Хлоповской структуры (рис. 5). Объяснением такой особенности является различие в условиях геологического развития этих зон в период активного формирования Донецкого складчатого сооружения. Для Преддонецкой ступени, испытывающей с раннепермского времени регрессию, было характерно снижение пластовых давлений и температур, что способствовало активному высвобождению растворенных в нефти газов и переформированию нефтяных залежей с образованием вторичных газовых и газоконденсатных скоплений. Преддонецкий прогиб продолжал испытывать трансгрессию, которая сопровождалась ужесточением термобарических условий и поступлением новых порций пластовых флюидов из разрушенных в пределах формируемого на тот момент Донецкого складчатого сооружения залежей.

Анализ состава газов пластовых вод среднекаменноугольных отложений показал схожесть их УВ состава и состава, имеющих в регионе газовых залежей (рис. 6). В целом газы подземных вод Днепровско-Донецкой ГНО и Северо-Донбасского ГНР характеризуются как полужирные и в меньшей степени как сухие.

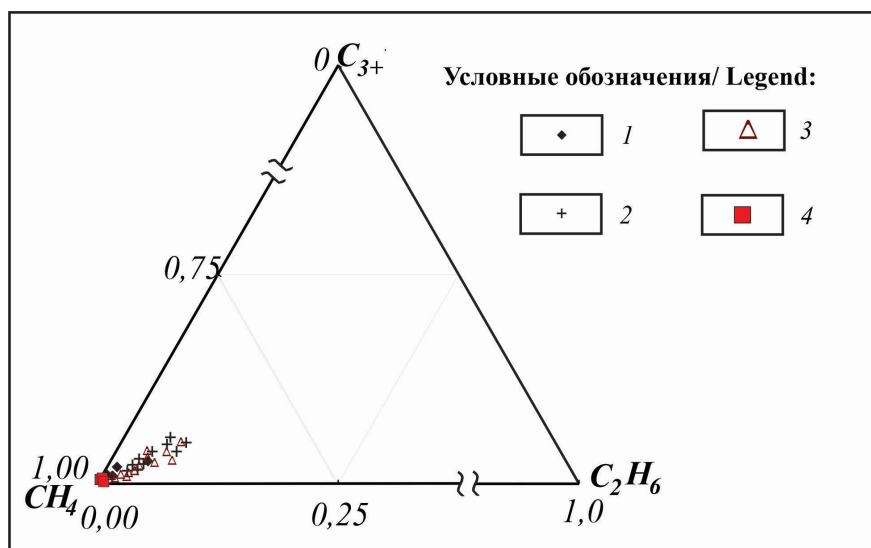


Рис. 6. Треугольная диаграмма углеводородного состава растворенного в подземных водах газа Северо-Донбасского ГНР и прилегающих территорий.

Условные обозначения: 1 – Юго-восточный склон Воронежской антеклизы, верейский C_{2vr} горизонт, 2 – Восточная часть Днепровско-Донецкой впадины, среднекаменноугольные отложения, 3 – Северо-Донбасский ГНР, среднекаменноугольные отложения, 4 – Северо-Донбасский ГНР, верейский C_{2vr} горизонт (Терновское месторождение) /

Fig. 6. Triangular diagram of hydrocarbon composition of gas dissolved in groundwater of the North-Donbass gas and oil-bearing area and adjacent territories.

Legend: 1 – The southeastern slope of the Voronezh antecline, Vereysky C_{2vr} horizon,

2 – the Eastern part of the Dnieper-Donets basin, Middle carboniferous deposits,

3 – the North-Donbass gas and oil-bearing area, Middle carboniferous deposits,

4 – the North-Donbass gas and oil-bearing area, Vereysky C_{2vr} horizon (Ternovskoye gasfield)

Близкие значения пластовых давлений и давлений насыщения в совокупности со схожим компонентным составом растворенных в подземных водах газов и свободного газа открытых месторождений свидетельствуют о том, что газовые залежи были сформированы в результате выделения газов из подземных вод. В то же время насыщенные газами нефти при попадании в условия более низких пластовых давлений, начинают выделять свободный газ, формируя также залежи свободного газа.

Таким образом, активное формирование углеводородов в пределах Днепровско-Каспийской системы имело место с начала позднекаменноугольного периода. В это время в пределах территории, соответствующей современному складчатому Донбассу, отложения среднего карбона находились на глубинах главной зоны нефтеобразования. В пермское время за счет активизации тангенциальных движений образовалось Донецкое складчатое сооружение, произошло разрушение имеющихся залежей и перемещение нефти в другие термобарические условия. За счет снижения пластовых давлений до давления насыщения в ряде залежей Межнадвиговой зоны и Преддонецкой ступени произошла дифференциация пластовых флюидов. Ужесточение термобарических условий и поступление новых порций УВ в пределах Преддонецкого прогиба послужило причиной формирования залежей нефтей, отличающихся по своим свойствам от других нефтей региона.

Предложенный механизм формирования залежей объясняет одновременное наличие в разрезе башкирского яруса и нефтяных, и газовых, и газоконденсатных залежей. В то же время нельзя исключать и генерацию углеводородов *in situ*.

В отличие от территории складчатого Донбасса Днепровско-Донецкий прогиб и территория кряжа Карпинского испытывали активное погружение на протяжении практически всей дальнейшей геологической истории, что способствовало формированию условий активной газогенерации. Углеводородные газы являются крайне подвижными флюидами, способными мигрировать на большие расстояния.

Особый интерес представляет изучение условий формирования газовых залежей московского яруса, открытых в пределах Преддонецкой ступени, а также Арчединско-Донского сложного вала, т.е. на южном и юго-восточном склонах Воронежской антеклизы. Несмотря на тектоническую принадлежность к платформенной структуре, генетически эти залежи в большей степени связаны с Днепровско-Каспийской рифтовой зоной, в пределах которой существовали условия для образования газов в указанных отложениях. Сухой характер состава газа может указывать на внутрипластовую миграцию газа по принципу дифференциального улавливания. Если предположить, что первоначально газовый поток представлял собой смесь УВ газов, то по направлению его движения первые ловушки были заняты более подвижными гомологами метана, а метан продолжал мигрировать на большие расстояния, достигая ловушек Преддонецкой ступени и Арчединско-Донского сложного вала.

Выводы

Из вышесказанного следует, что месторождения углеводородов Северо-Донбасского ГНР генетически связаны с Днепровско-Каспийской рифтовой системой, которая в схемах современного тектонического районирования не выделяется как единый геоструктурный элемент. Однако в разрезе геологического прошлого, когда происходило накопление материнских пород и реализовывался их материнский потенциал, очевидна взаимосвязь Северо-Донбасского ГНР с Днепровско-Донецким прогибом и кряжем Карпинского, а также частично с юго-восточным склоном Воронежской антеклизы, в каменноугольное время также являющимся единым с Днепровско-Каспийской рифтовой системой бассейном осадконакопления.

Однозначным выводом проведенных исследований является перспективность нефтегазоносности Северо-Донбасского ГНР. На этой территории выделяются и заведомо бесперспективные территории (территория складчатого Донбасса и его погруженной части), и оставленные без должного внимания районы, в том числе территория Преддонецкого прогиба и смежной Хоперской моноклинали.

Литература

1. Бобух В.А. Геология и перспективы нефтегазоносности Волго-Донского региона: дис. в форме научного доклада ... д-ра геол.-минерал. наук: 25.00.12 / Бобух Виктор Андреевич. – Ростов-на-Дону: РГУ, 2005. – 71 с.
2. Газовые и газоконденсатные месторождения: справочник. / Под ред. И.П. Жабрев. – М.: Недра, 1983. – 373 с.
3. Газовые месторождения СССР: справочник. / Под редакцией В.Г. Васильев. – М.: Недра, 1968. – 688 с.
4. Геология СССР. Том 46. Геологическое описание Ростовской, Волгоградской, Астраханской областей и Калмыкской ССР. Часть 1. Геологическое описание. / Под редакцией Ф.А. Белов, А.И. Егоров, Н.И. Погребнов. – М.: Недра, 1969. – 666 с.
5. Геология СССР. Том 5. Геологическое описание Украинской и Молдавской ССР. Часть 1. Геологическое описание. / Под редакцией П.Я. Антропов, В.А. Ершов, Н.П. Семененко. – М.: Недра, 1958. – 1000 с.

6. Давыденко Д.Б., Гамбург К.Ю. Глубинное строение зоны сочленения Донецкой складчатой системы и Воронежского кристаллического массива по геофизическим данным. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2024. – Т. 14. № 4. – С. 28–38. DOI: 10.46698/VNC.2024.24.93.004.
7. Нефти СССР: Справочник в четырех томах. Том II. Нефти среднего и нижнего Поволжья. / Под редакцией З.В. Дриацкая, М.А. Мхчян, Н.М. Жмыхова и др. – М.: Химия, 1972. – 392 с.
8. Нефти СССР: Справочник в четырех томах. Том III. Нефти Кавказа и западных районов Европейской части СССР. / Под редакцией Г.Г. Ашумов, Е.С. Левченко, А.С. Журба и др. – М.: Химия, 1972. – 616 с.
9. Нефтяные и газовые месторождения СССР: справочник. Книга I. Европейская часть СССР. / Под редакцией С.П. Максимов. – М.: Недра, 1987 – 258 с.
10. Парада С.Г. Геодинамические обстановки формирования рудно-магматических систем Восточного Донбасса по петрохимическим данным. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2023. – Т. 13. № 3. – С. 122–132. DOI: 10.46698/VNC.2023.87.15.009.
11. Портная Е.Л., Цейслер В.М., Чернова Е.С. Стратиграфические колонки чехла Восточно-Европейской платформы: учебное пособие. М.: МГРИ, 1978. – 68 с.
12. Тектоника южного обрамления Восточно-Европейской платформы. / Объяснительная записка к тектонической карте Черноморско-Каспийского региона. Масштаб 1:2 500 000. / Под редакцией В.Е. Хаина, В.И. Попкова. – Краснодар: КубГУ, 2009. – 213 с.
13. Трощенко В.В. Цикличность угленакопления и геотектоника. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2017. – № 1. – С. 73–80. DOI: 10.23671/VNC.2017.1.9480.
14. Юдин В.В. Геодинамика Южного Донбасса: монография. К.: УкрГГРИ, 2003. – 92 с.
15. Granovsky A.G. Magmatism and stages of the tectonic evolution in the Donets folded structure, Eastern Donets basin. // *Geotectonics*. – 2018. – Vol. 52. No. 4. – pp. 485–498. DOI: 10.1134/S0016852118040039.
16. Sachsenhofer R.F., Shymanovskyy V.A., Bechtel A., Gratzner R., Horsfield B., Reischenbacher D. Palaeozoic source rocks in the Dniepr-Donets Basin, Ukraine. // *Petroleum Geoscience*. – 2010. – Vol. 16. – pp. 377–399. DOI: 10.1144/1354-079309-032.
17. Saintot A., Stephenson R., Stovba S., Maystrenko Yu. Structures associated with inversion of the Donbas Foldbelt (Ukraine and Russia). // *Tectonophysics*. – 2003. – Vol. 373. – pp. 181–207. DOI: 10.1016/S0040-1951(03)00290-7.
18. Stovba S.M., Maystrenko Yu. P., Stephenson R.A., Kusznir N.J. The formation of the south-eastern part of the Dniepr-Donets Basin: 2-D forward and reverse modeling taking into account post-rift redeposition of syn-rift salt. // *Sedimentary geology*. – 2003. – Vol. 156. Issue 1. – pp. 11–33. DOI: 10.1016/S0037-0738(02)00280-4.
19. Stovba S., Khriashchevska O., Mazur S., Stephenson R., Vengrovych D., Drachev S. Hydrocarbon prospects in the Dniepr-Donets Basin, Ukraine, and the Ukrainian Carpathians: an overview. // *Annales Societatis Geologorum Poloniae*. – 2024. – Vol. 94. – pp. 111–137. DOI: 10.14241/aspg.2024.07.
20. Stephenson R.A., Stovba S.M. The Dniepr-Donets Basin. // *Regional Geology and Tectonics: Phanerozoic Rift Systems and Sedimentary Basins*. – 2012. – Vol. 1. – pp. 421–441. DOI: 10.1016/B978-0-444-56356-9.00015-8.

References

1. Bobuh V.A. Geology and prospects of oil and gas potential of the Volga-Don region. Dissertation in the form of a scientific report of Dr. Geol.-mineral. Sci. Rostov-on-Don. RSU. 2005. 71 p. (In Russ.).
2. Gas and gas condensate fields. Reference book. Ed. I.P. Zhabrev. Moscow. Nedra. 1983. 373 p. (In Russ.).
3. Gas fields of the USSR. Reference book. Ed. V.G. Vasiliev. Moscow. Nedra. 1968. 688 p. (In Russ.).

4. Geology of the USSR. Vol. 46. Geological description of the Rostov, Volgograd, Astrakhan regions and the Kalmyk SSR. Part 1. Geological description. Eds. F.A. Belov, A.I. Egorov, N.I. Pogrebnov. Moscow. Nedra. 1969. 666 p. (In Russ.)
5. Geology of the USSR. Vol. 5. Geological description of the Ukrainian and Moldavian SSR. Part 1. Geological description. Eds. P.Ya. Antropov, V.A. Ershov, N.P. Semenenko. Moscow. Nedra. 1958. 1000 p. (In Russ.)
6. Davydenko D.B., Hamburg K.Y. The deep structure of the junction zone of the Donetsk folded system and the Voronezh crystalline massif according to geophysical data. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2024. Vol. 14. No. 4. pp. 28–38. DOI: 10.46698/VNC.2024.24.93.004. (In Russ.)
7. Oil of the USSR. Reference book in four volumes. Vol. II. Oil of the Middle and Lower Volga region. Eds. Z.V. Driackaya, M.A. Mhchiyan, N.M. Zhmyhova et al. Moscow. Himiya. 1972. 392 p. (In Russ.)
8. Oil of the USSR. Reference book in four volumes. Vol. III. Oil of the Caucasus and western regions of the European part of the USSR. Eds. G.G. Ashumov, E.S. Levchenko, A.S. Zhurba et al. Moscow. Himiya. 1972. 616 p. (In Russ.)
9. Oil and gas fields of the USSR. Reference book. Vol. I. The European part of the USSR. Ed. S.P. Maksimov. Moscow. Nedra. 1987. 258 p. (In Russ.)
10. Parada S.G. Geodynamic conditions of formation of ore-magmatic systems of Eastern Donbass according to petrochemical data. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2023. Vol. 13. No. 3. pp. 122–132. DOI: 10.46698/VNC.2023.87.15.009. (In Russ.)
11. Portnaya E.L., Cejsler V.M., Chernova E.S. Stratigraphic columns of the cover of the Eastern European Platform. Textbook. Moscow. RSUGP. 1978. 68 p. (In Russ.)
12. Tectonics of the southern fringe of the East European Platform. Explanatory note to the tectonic map of the Black Sea-Caspian region. Scale 1:2 500 000. Krasnodar. KubSU. 2009. 213 p. (In Russ.)
13. Troschenko V.V. Cyclicity of coal accumulation. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2017. No. 1. pp. 73–80. DOI: 10.23671/VNC.2017.1.9480. (In Russ.)
14. Yudin V.V. Geodynamics of Southern Donbass. Kiev. Ukr.GGRI. 2003. 92 p. (In Russ.)
15. Granovsky A.G. Magmatism and stages of the tectonic evolution in the Donetsk folded structure, Eastern Donetsk basin. *Geotectonics*. 2018. Vol. 52. No. 4. pp. 485–498. DOI: 10.1134/S0016852118040039.
16. Sachsenhofer R.F., Shymanovskyy V.A., Bechtel A., Gratzer R., Horsfield B., Reischenbacher D. Palaeozoic source rocks in the Dniepr-Donets Basin, Ukraine. *Petroleum Geoscience*. 2010. Vol. 16. pp. 377–399. DOI: 10.1144/1354-079309-032.
17. Saintot A., Stephenson R., Stovba S., Maystrenko Yu. Structures associated with inversion of the Donbas Foldbelt (Ukraine and Russia). *Tectonophysics*. 2003. Vol. 373. pp. 181–207. DOI: 10.1016/S0040-1951(03)00290-7.
18. Stovba S.M., Maystrenko Yu. P., Stephenson R.A., Kusznir N.J. The formation of the south-eastern part of the Dniepr-Donets Basin: 2-D forward and reverse modeling taking into account post-rift redeposition of syn-rift salt. *Sedimentary geology*. 2003. Vol. 156. Issue 1. pp. 11–33. DOI: 10.1016/S0037-0738(02)00280-4.
19. Stovba S., Khriashchevska O., Mazur S., Stephenson R., Vengrovych D., Drachev S. Hydrocarbon prospects in the Dniepr-Donets Basin, Ukraine, and the Ukrainian Carpathians: an overview. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*. 2024. Vol. 94. pp. 111–137. DOI: 10.14241/aspg.2024.07.
20. Stephenson R.A., Stovba S.M. The Dniepr-Donets Basin. *Regional Geology and Tectonics: Phanerozoic Rift Systems and Sedimentary Basins*. 2012 Vol. 1. pp. 421–441. DOI: 10.1016/B978-0-444-56356-9.00015-8.