

6. Нургалиев Д.К., Хасанов Д.И., Чернова И.Ю., Нугманов И.И., Даутов А.Н. 2009, Научные основы современной технологии прогнозирования нефтегазоносности территорий. Ученые записки Казанского университета, серия Естественные науки, т.151, книга 4, с.192–202. URL: https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/26707/151_4_est_18.pdf?sequence=1

7. Смирнов А.С., Вахромеев А.Г., Курчиков А.Р. 2019, Выявление и картирование флюидонасыщенных анизотропных каверново-трещинных коллекторов Ковыктинского газоконденсатного месторождения. Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, № 5. – С. 4–12. Doi: 10.30713/2413-5011-2019-5(329)-4-12.

8. Философов В.П. 1975, Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Под ред. Проф. Вострякова А.В. Изд-во Саратовского ун-та, 232 с.

9. Чернова И.Ю., Нугманов И.И., Даутов А.Н. 2010, Применение аналитических функций ГИС для усовершенствования и развития структурно-морфологических методов изучения неотектоники. Геоинформатика/Geoinformatica, № 4. – С. 9–23. URL: https://repository.kpfu.ru/?p_id=25144

10. Чернова И.Ю., Нургалиев Д.К., Нургалиева Н.Г., Нугманов И.И., Чернова О.С., Кадыров Р.И. 2013, Реконструкция истории Татарского свода в неоген-четвертичный период по данным морфометрического анализа. – Нефтяное хозяйство, № 6, с. 12–15. URL: https://www.oil-industry.net/Journal/archive_detail.php?ID=9762&art=198913

11. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Соотношения изотопов углерода в стратифере и биосфере: четыре сценария. Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера», 2(2), С. 231–246. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnosheniya-izotopov-ugleroda-v-stratifikere-i-biosfere-chetyre-stsenariya>

12. Chernova I.Yu., D.K. Nourgaliyev D.K., O.S. Chernova O.S., O.V. Luneva O.V. 2021, Applying the combination of GIS tools with upgraded structural and morphological methods for studying neotectonics. SOCAR Proceedings Special Issue No. 2, p.93–103. Doi: 10.5510/OGP2021SI200560

13. Zlatopolsky A.A. 1992, Program LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis) automated linear image features analysis – experimental results. Computers & Geoscience, vol. 18, N 9, pp. 1121–1126. Doi: 10.1016/0098-3004(92)90036-Q.

БАЗА ДАННЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

И.Н. Огнев, Г.С. Хамидулина, Б.В. Успенский, Т.А. Муртазин

Научно-образовательный центр «Моделирование ТРИЗ» Института геологии и нефтегазовых технологий ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, IgNOgnev@kpfu.ru, galina-khamidullina@yandex.ru, borvadus@rambler.ru, TimAMurtazin@kpfu.ru

PETROLEUM BASINS DATABASE

I.N. Ognev, G.S. Khamidullina, B.V. Uspensky, T.A. Murtazin

Scientific and Educational Center “TRIZ Modeling” of the Institute of Geology and Oil and Gas Technologies of the Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan

Аннотация. В статье рассматривается разрабатываемая авторами база данных нефтегазоносных бассейнов, включающая в себя геолого-геохимическую информацию об осадочных бассейнах, месторождениях углеводородов и нефтематеринских породах. Рассмотрен пример использования существующей базы для анализа нефтегазоносности различных типов осадочных бассейнов и определения наиболее перспективных осадочных бассейнов для поиска месторождений углеводородов. Определены задачи, которые должны быть решены в результате разработки базы данных.

Ключевые слова: база данных, осадочный бассейн, нефтегазоносный бассейн, месторождение, залежь, углеводороды, нефтематеринские породы.

Annotation. The article discusses the database of petroleum basins developed by the authors, which includes geological and geochemical information about sedimentary basins, hydrocarbon deposits, and hydrocarbon source rocks. An example of using the existing database for analyzing the oil and gas potential of various types of sedimentary basins and identifying the most promising sedimentary basins is considered. The tasks that must be solved as a result of database development are identified.

Key words: Database, sedimentary basin, petroleum basin, field, reservoir, hydrocarbons, source rocks.

Осадочные бассейны – это крупные регионы земной коры, испытывающие погружение и являющиеся резервуаром для формирования месторождений углеводородов. Изучение их геолого-геофизического строения, геохимических характеристик, а также истории погружения и палеотепловой эволюции критически важно для понимания процессов генерации, миграции и аккумуляции углеводородов в них [3, 5]. Наряду с прикладной составляющей изучения нефтегазоносных бассейнов, связанной с поисками залежей углеводородов, не меньшую важность имеет и изучение фундаментальных аспектов их формирования в глобальном масштабе, таких как объём и масса накопленного в различных тектонических обстановках осадочного материала, скорость осадконакопления в разные геологические периоды, распределение рассеянного органического вещества и запасов углеводородов в осадочных отложениях и многих других [2]. Для этих целей разрабатывается база данных нефтегазоносных

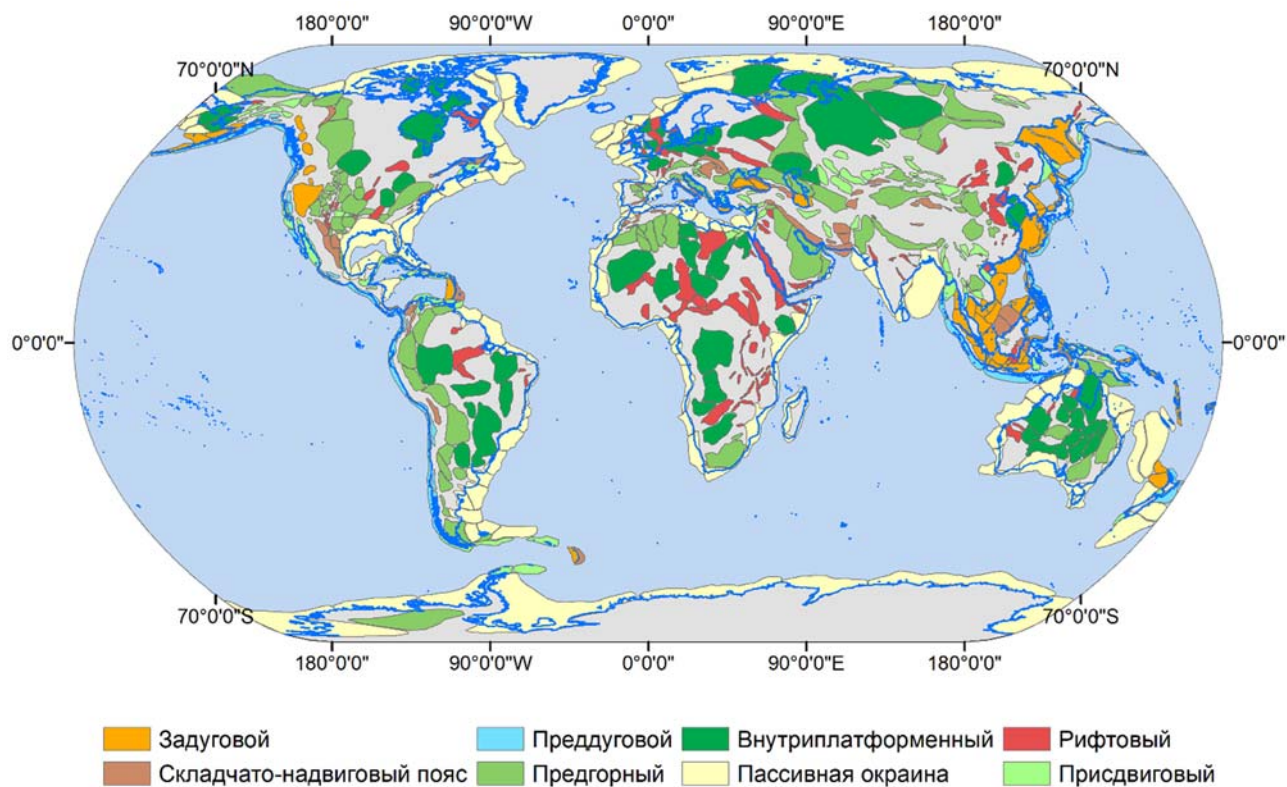


Рис. 2. Контуры нефтегазоносных бассейнов по Дж. Эвенику [6]

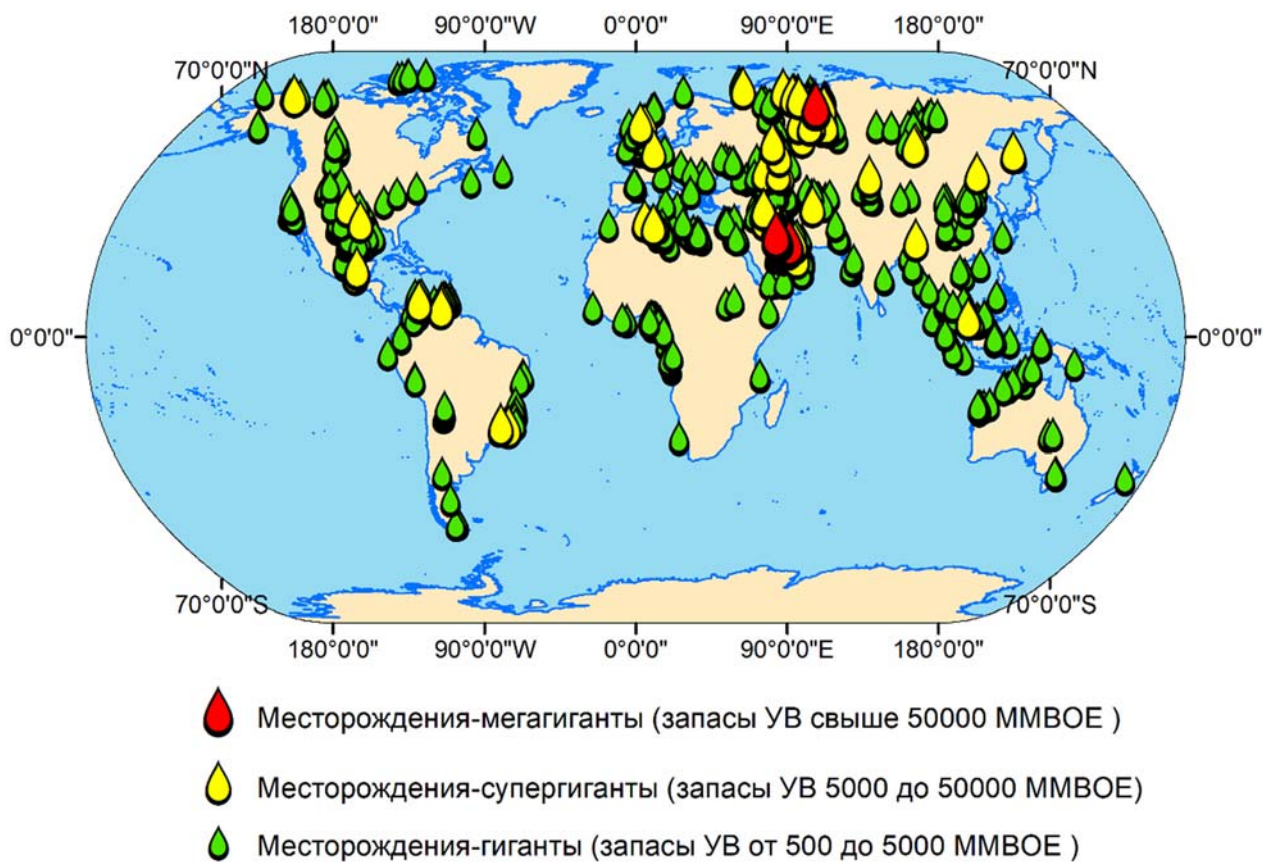


Рис. 3. Карта расположения месторождений-гигантов по М. Хорну [7]

бассейнов, которая включает в себя геолого-геофизические, геохимические и пространственные данные по нефтегазоносности осадочных бассейнов мира. Создаваемая база данных в дальнейшем позволит охарактеризовать осадочные бассейны с точки зрения их углеводородного потенциала и предоставить входную информацию для бассейнового анализа.

Структура базы данных представлена на рис. 1. Как видно из рис. 1, база данных состоит из трёх смысловых наборов данных. Первый набор представляет собой данные непосредственно по осадочным бассейнам. Помимо общей геологической информации об осадочных бассейнах здесь представлены также и пространственные контуры бассейнов. Второй набор данных относится к месторождениям углеводородов. Здесь представлены как данные по самим месторождениям, включая их географические контуры, так и информация по отдельным залежам в пределах месторождений. Третий набор данных включает в себя информацию, относящуюся к нефтематеринскими породам, куда входит общая геолого-геохимическая информация о нефтематеринских породах, информация по их объёмным и кинетическим свойствам.

За основу набора данных о нефтегазоносных бассейнах взята работа Дж. Эвеника [6], выделившего контуры осадочных бассейнов на основании геолого-географических особенностей их строения, а также проведшего глобальный анализ их эволюции. Информация по залежам для месторождений территорий Российской Федерации и стран СНГ собрана по справочнику Максимова С.П. [1]. Информация по месторождениям и нефтематеринским породам собирается по множеству источников, среди которых отчёты нефтегазовых компаний, правительственные источники различных стран и научные статьи.

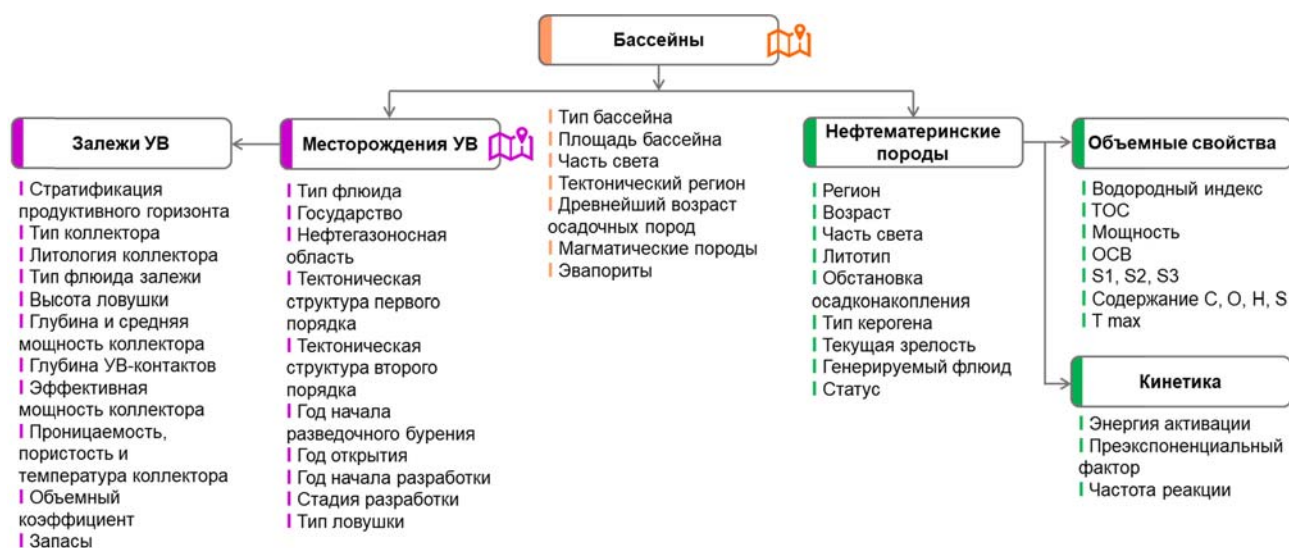


Рис. 1. Структура базы данных нефтегазоносных бассейнов. Значком с картой помечены пространственные наборы данных

Уже на текущем этапе представляется возможным провести предварительный анализ существующей базы данных и выделить определённые тренды в глобальном распространении месторождений углеводородов. Для такого анализа использовалась информация о расположении и типах осадочных бассейнов Дж. Эвеника [6] (рис. 2), данные о местоположении и запасах месторождений углеводородов-гигантов М. Хорна [7] (рис. 3), а также глобальные модели мощностей осадочного чехла и земной коры по модели CRUST 1.0 [8], глобальная модель мощности термальной литосферы TC1 [4] и глобальная модель теплового потока на земной поверхности [9] (рис. 4).

По использованному набору данных был проведён простейший статистический анализ. Были построены гистограммы распределения запасов гигантских месторождений углеводородов по типам бассейнов (рис. 5), распределения количества гигантских месторождений по типам бассейнов (рис. 6), графики зависимости запасов с анализируемыми геолого-геофизическими характеристиками осадочных бассейнов (рис. 7) и график связи объёма осадочных пород нефтегазоносных бассейнов с суммарными запасами углеводородов гигантских месторождений (рис. 8).

На гистограмме, показывающей распределение запасов гигантских месторождений углеводородов по типам бассейнов, видно, что подавляющее большинство запасов сконцентрировано в континентальных осадочных бассейнах: предгорных, внутриплатформенных, бассейнах складчато-надвигового пояса, присдвиговых и рифтовых (рис. 5). Общие запасы углеводородов гигантских месторождений в данных категориях бассейнов составляет $2300 \cdot 10^3$ ММВОЕ, что занимает 87% от всех запасов в базе данных М. Хорна. При этом более половины всех запасов находится в предгорных осадочных бассейнах.

Однако к предгорным бассейнам относятся такие известные бассейны с богатой нефтегазоносностью как Волго-Уральский, Аравийский, Месопотамский, Западно-Канадский и другие. В некоторых из них, а именно в Волго-Уральском и Аравийском открыты одни из крупнейших месторождений углеводородов планеты: Гавар, Ромашкинское, Саффания-Хафджи, Шайба и др. Поэтому в свете ещё неоткрытых месторождений интерес также

будет представлять другая характеристика нефтегазоносности помимо абсолютных суммарных запасов углеводородов. Так, было рассмотрено распределение количества месторождений-гигантов по разным типам нефтегазоносных бассейнов (рис. 6). Здесь видно, что несмотря на остающееся доминирование предгорных континентальных бассейнов, большой вклад также вносят и бассейны шельфового типа, расположенные на пассивных континентальных окраинах. Месторождений-гигантов в таких бассейнах насчитывается 236, что составляет порядка 24% от всех месторождений, участвовавших в анализе. Этот факт подтверждает то, что территория морского шельфа может быть крайне перспективной на наличие ещё неоткрытых гигантских месторождений углеводородов.

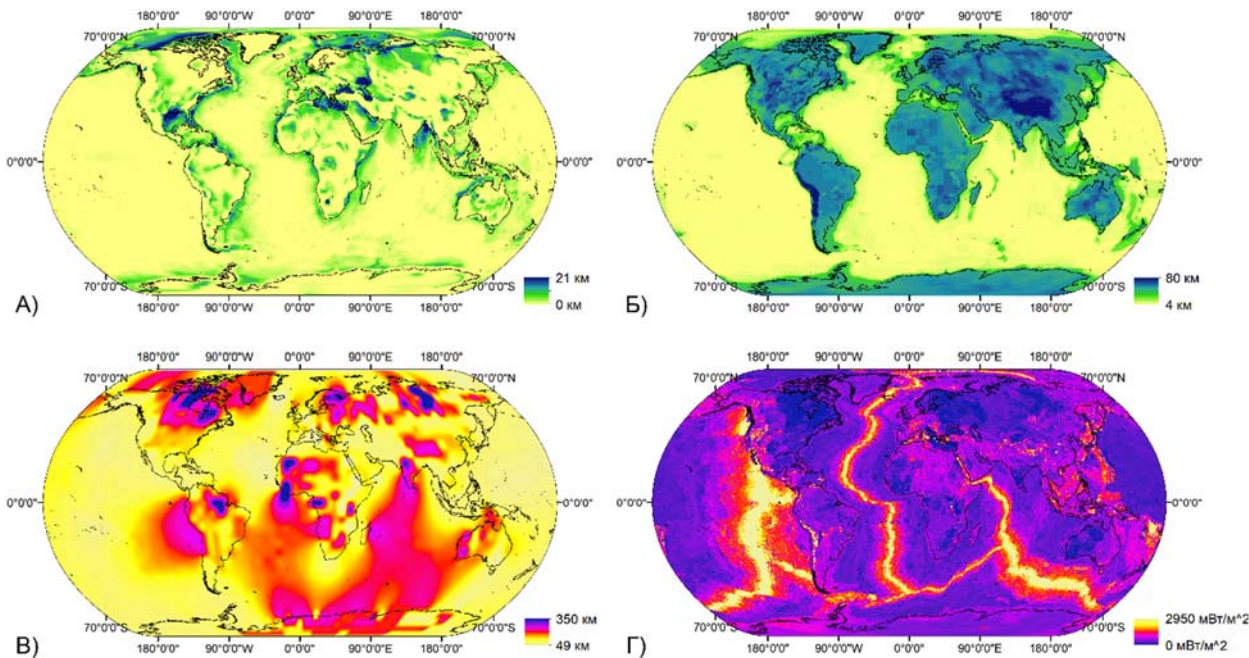


Рис. 4. Модели мощности осадочного чехла (А) и глубины границы Мохо [8] (Б), мощности термальной литосферы [4] (В), и теплового потока на земной поверхности (Г) [9]

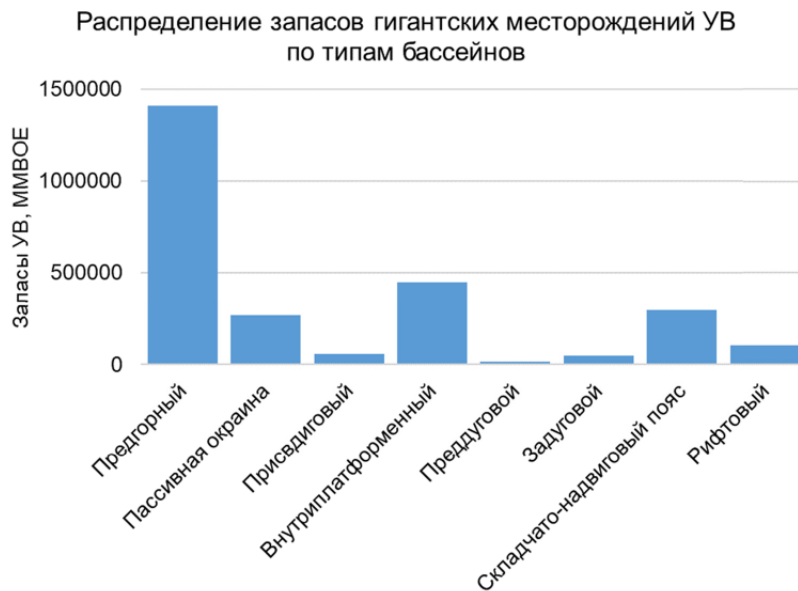


Рис. 5. Распределение запасов углеводородов гигантских месторождений углеводородов по типам бассейнов

Далее была проанализирована взаимосвязь нефтегазоносности бассейнов, выраженной в запасах углеводородов гигантских месторождений, с мощностью осадочного чехла, земной коры, термальной литосферы и тепловым потоком на земной поверхности (рис. 7). Все параметры за исключением мощности осадочного чехла не показывают какой-либо значимой корреляции с запасами углеводородов. Коэффициент корреляции Пирсона у получившейся зависимости запасов углеводородов с мощностью осадочного чехла также оказался довольно невелик, порядка 0.4. Однако, тем не менее, видна положительная тенденция: чем больше мощность осадочных пород в осадочном бассейне, тем выше его потенциальная нефтегазоносность.

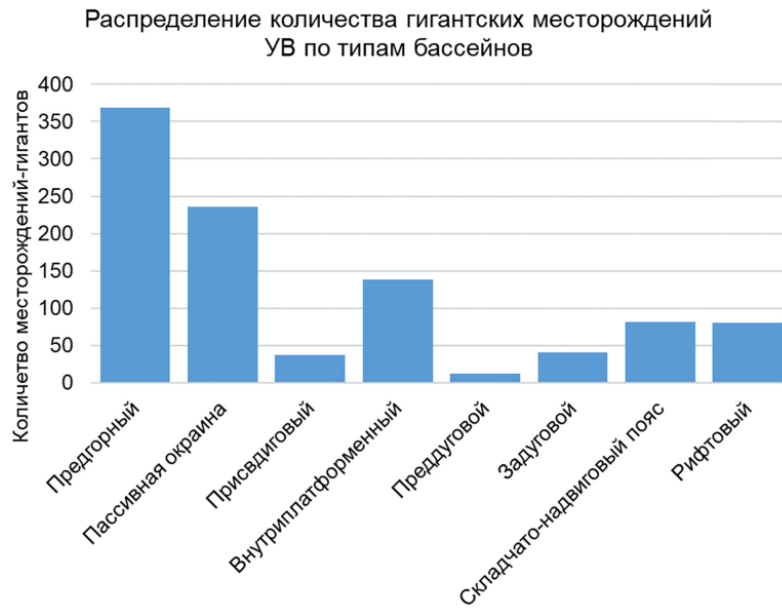


Рис. 6. Распределение количества гигантских месторождений углеводородов по типам бассейнов

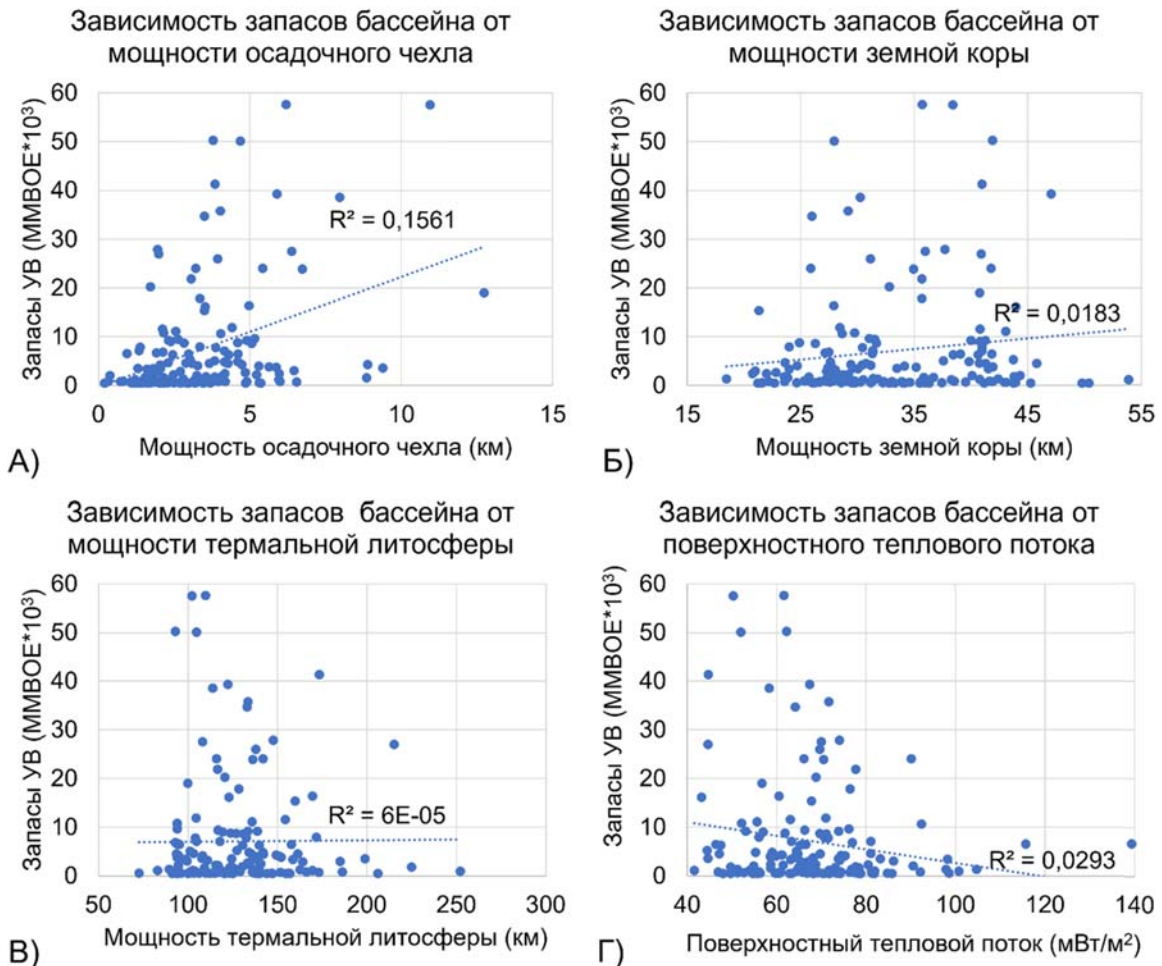


Рис. 7. Связь запасов углеводородов бассейнов со средней мощностью осадочного чехла (А), глубиной границы Мохо (Б), мощностью термальной литосферы (В) и тепловым потоком на земной поверхности (Г)

Подобная же тенденция наблюдается при сравнении запасов гигантских месторождений углеводородов с объёмом осадочных пород, рассчитанным как произведение площади бассейна на среднюю мощность его осадочного чехла (рис. 8). Здесь важно отметить, что некоторые нефтегазоносные бассейны обладают значительным объёмом осадочного материала и в то же время относительно низкой нефтегазоносностью. К таким бассейнам

относятся бассейны пассивной континентальной окраины, расположенные преимущественно на морском шельфе: бассейн Мексиканского залива, Бенгальский, Свердруп, Пелагиан, Восточно-Баренцевоморский, Северо-Карнарвонский, а также континентальные бассейны, такие как Тунгусский и Виллюйский. Такое несоответствие большого объема осадочного материала в бассейне с относительно небольшим количеством открытых запасов углеводородов может указывать на перспективность данных бассейнов с точки зрения геологоразведочных работ на поиск крупных месторождений углеводородов.

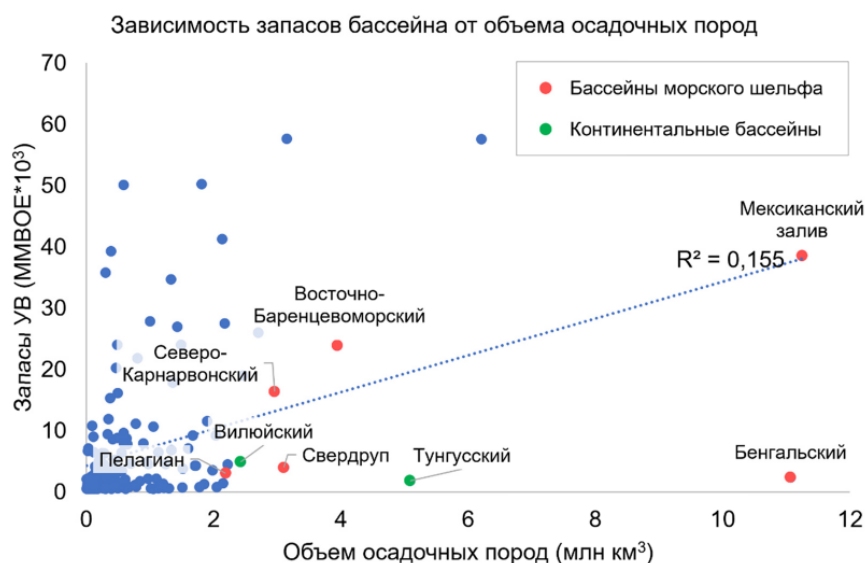


Рис. 8. Связь объема осадочных пород нефтегазоносных бассейнов с суммарными запасами углеводородов из гигантских месторождений углеводородов

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о перспективности территорий морского шельфа с точки зрения поиска крупных месторождений углеводородов. Из проанализированной информации относительно уверенным признаком потенциальной нефтегазоносности бассейна в глобальном масштабе может считаться средняя мощность осадочного чехла бассейна или объем осадочного материала в бассейне. Проведенный анализ, тем не менее, лимитирован исключительно гигантскими месторождениями нефти и газа, что не должно упускаться из виду. Наличие более подробной базы данных месторождений углеводородов с их запасами может повлиять на полученные результаты и определить более обоснованные закономерности. Существующие возможности по цифровизации накопленного материала о строении и геолого-геохимических характеристиках осадочных бассейнов определяют дальнейшие цели построения такой базы данных. К ним относятся детальные оценки объема и массы накопленного в различных тектонических обстановках осадочного материала, скорости осадконакопления в разные геологические периоды, распределения рассеянного органического вещества и запасов углеводородов в отдельных осадочных бассейнах, а также определение перспективных территорий для поиска месторождений углеводородов.

Литература

1. Максимов С.П. Нефтяные и газовые месторождения СССР: Справочник. В двух книгах / С.П. Максимов, под ред. – С. П. Максимова, Москва: Недра, 1987. – 358 с.
2. Ронов А.Б. Стратисфера или осадочная оболочка Земли (количественное исследование) / А.Б. Ронов, под ред. А.А. Ярошевского, Науч. изд. – М., 1993. – 144 с.
3. Allen P.A., Allen J.R. Basin analysis: principles and application to petroleum play assessment / P.A. Allen, J.R. Allen, Third edition-e изд., Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell, 2013. 619 p.
4. Artemieva I.M. Global 1°С1° thermal model TC1 for the continental lithosphere: Implications for lithosphere secular evolution // Tectonophysics. 2006. – № 1–4 (416). P. 245–277.
5. Beardsmore G.R., Cull J.P. Crustal Heat Flow: A Guide to Measurement and Modelling / G.R. Beardsmore, J.P. Cull, 1-st ed., Cambridge University Press, 2001.
6. Evenick J.C. Glimpses into Earth's history using a revised global sedimentary basin map // Earth-Science Reviews. 2021. (215). P. 103564.
7. Horn M. Giant, Supergiant & Megagiant Oil and Gas Fields of the World [электронный ресурс] – 2022. URL: <https://worldmap.maps.arcgis.com/home/index.html> (дата обращения 15.06.2024).
8. Laske G. [et al.]. Update on CRUST1.0 – A 1-degree Global Model of Earth's Crust 2013.
9. Lucazeau F. Analysis and Mapping of an Updated Terrestrial Heat Flow Data Set // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2019. – № 8 (20). P. 4001–4024.