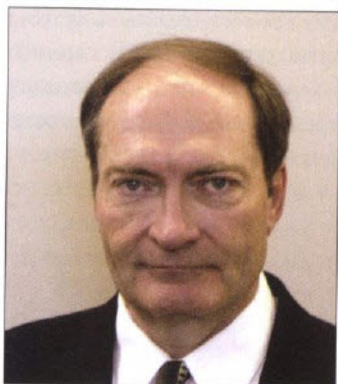
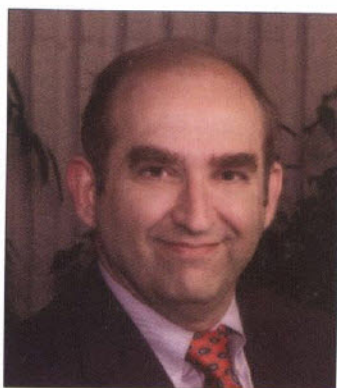
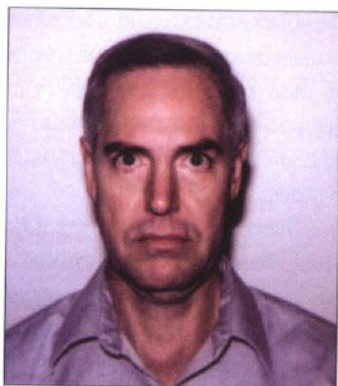

Об авторах



Thomas S. Ahlbrandt получил диплом бакалавра (1969) и ученую степень кандидата наук (Ph.D.) по геологии в Университете штата Вайоминг. В течение 19 лет работал в области нефтяной геологии в компаниях ExxonMobil, BPAmoco, Amerada Hess, а также в течение последних 20 лет в Геологической Службе США (ГС США). В настоящее время является руководителем проекта по Мировой Энергии Геологической Службы США в Денвере и ведет проект оценки Мировых ресурсов нефти и газа (2000). Ahlbrandt лауреат премии Выдающийся лектор AAPG (AAPG, 2002 – 2003), премии AAPG Выдающийся специалист (2002), премий Выдающийся ученый от Ассоциации геологов Скалистых гор (1999) и Выдающийся выпускник Университета штата Вайоминг (2000). Он работал также в Исполнительном комитете AAPG в качестве председателя Секции по приему делегатов (1995 – 1996).

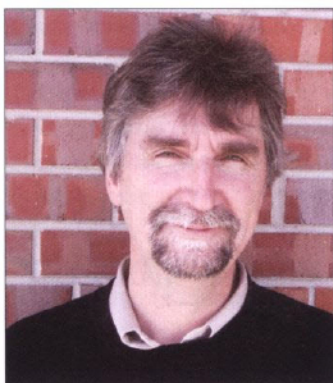


Ronald R. Charpentier работает в группе по оценке ресурсов нефти и газа в Геологической Службе США в качестве математика-геолога с 1979 г. Он специализируется в области разработки методов количественной оценки ресурсов нефти и газа как традиционных, так и нетрадиционных. Как участник многих оценок ресурсов США и Мировых он изучил нефтегазовые системы различных по строению районов США, а также внутриконтинентальной и акваториальной частей Западной Африки. Charpentier получил диплом бакалавра по геологии в Университете штата Канзас, диплом магистра и ученую степень кандидата наук (Ph.D.) по геологии в Университете штата Висконсин/Медисон.

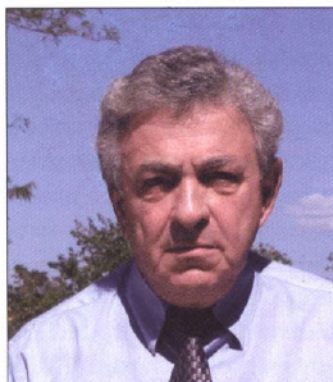


T.R. Klett работает геологом по разведке нефти и газа в Геологической Службе США, является ответственным исполнителем по оценке Мировых ресурсов нефти и газа, а также по разработке и применению методов оценки ресурсов УВ. Он выполняет обязанности старшего научного сотрудника Геологической Службы США, ведет и контролирует оценку как местных, так и международных ресурсов УВ. Klett получил диплом бакалавра по геологии в Университете штата Охайо, диплом магистра в Университете Хьюстона (Clear Lake) и ученую степень кандидата наук (Ph.D.) по геологии/геохимии в Горной школе Колорадо. Он начал свою карьеру каротажником глинистого раствора в районе Мексиканского залива. В 1984 г. стал работать в компании Exxon Production Research (ExxonMobil Research Company). В Геологической Службе США работает с 1991 г.

James W. Schmoker является профессором-ученым Геологической Службы США в Денвере, Колорадо, где работает более десяти лет в области оценки ресурсов нефти и газа. Он участвовал в разработке методик, использованных Геологической Службой США в ряде проектов по современной оценке ресурсов нефти и газа, включая оценку Мировых ресурсов нефти и газа (2000).



Christopher J. Schenk работал в качестве геолога-исследователя в Геологической Службе США по программе Энергия США в течение 25 лет. В настоящее время Schenk руководит проектом оценки национальных ресурсов США, имеющим целью определить неразведанные потенциальные ресурсы нефти и газа США. Schenk является также координатором проекта оценки ресурсов Южной и Центральной Америки в Геологической Службе США в рамках общего проекта Оценки Мировой Энергии. Его исследовательские интересы включают также стратиграфию разрезов, характеристику резервуаров и оценку ресурсов нефти и газа.



Gregory F. Ulmishek является геологом-исследователем Геологической Службы США в Денвере. После 20-летней карьеры геолога-исследователя по разведке в бывшем СССР он эмигрировал в США в 1980 г. и был принят на работу в Argonne National Laboratory. В 1987 г. начал свою работу в Геологической Службе США как участник Программы Оценки Ресурсов Мировой Энергии. В настоящее время Ulmishek является региональным координатором работ по бывшему Советскому Союзу и участвует в изучении бассейнов Арктики. Он опубликовал более 90 статей в научных журналах и ряд монографий. Ulmishek получил диплом горного инженера-геолога в Московском нефтяном институте им. И. М. Губкина и ученую степень кандидата наук (Ph.D.) в Институте геологии и разработки горючих ископаемых в Москве.

Оглавление

Об авторах	v
Благодарности	vii
I. Аннотация	1
II. Введение	5
А. Цель и подходы	
Б. Оцениваемые виды флюидов	
В. Предыдущие работы и подходы	
III. Результаты оценки неразведанных ресурсов нефти и газа	37
А. Результаты по миру, исключая США	
1. Мировой уровень полных начальных суммарных ресурсов нефти и газа	
2. Сравнительный анализ предыдущих оценок мировых ресурсов нефти и газа с оценками, проведенными Геологической службой США	
Б. Результаты по миру, включая США	
В. Результаты по регионам	
Г. Результаты оценки и ранжирование оцениваемых объектов, нефтегазовых систем и провинций	
IV. Рост запасов	61
V. Предварительный обзор геологических закономерностей	65
А. Геологическая характеристика оцениваемых объектов	
1. Нефтегазоматеринские породы	
а. Возраст нефтегазоматеринских пород	
б. Тип нефтегазоматеринских пород	
в. Возраст пика зрелости нефтегазоматеринских пород	
2. Резервуары	
а. Возраст резервуарных пород	
б. Условия накопления резервуарных пород	
в. Литология резервуарных пород	
3. Покрышки. Литология покрышек	
4. Ловушки. Типы ловушек	
Б. Обзор других геологических параметров	
VI. Анализ месторождений	147
А. Оставшиеся крупные месторождения	
Б. Соотношение размеров месторождения, глубины залегания, давления и температуры	

VII. Распределение ресурсов УВ на суше, в акваториях и по странам	153
А. Соотношение ресурсов УВ на суше и в акваториях	
Б. Распределение ресурсов нефти и газа по странам	
VIII. Дискуссия	161
А. Природный газ	
Б. Проблема снабжения газом Северной Америки	
IX. Заключение	167
X. Приложения	169
1А. Оцениваемые объекты, ранжированные по среднестатистическим вероятностным (прогнозируемым) неразведанным объемам нефти	
1Б. Оцениваемые объекты, ранжированные по среднестатистическим вероятностным (прогнозируемым) неразведанным объемам природного газа	
1В. Оцениваемые объекты, ранжированные по количеству начальных суммарных ресурсов нефти	
1Г. Оцениваемые объекты, ранжированные по количеству начальных суммарных ресурсов природного газа	
1Д. Оцениваемые объекты, ранжированные по количеству текущих суммарных ресурсов нефти	
1Е. Оцениваемые объекты, ранжированные по количеству текущих суммарных ресурсов природного газа	
2А. Нефтегазовые системы, ранжированные по среднестатистическим вероятностным (прогнозируемым) неразведанным объемам нефти	
2Б. Нефтегазовые системы, ранжированные по среднестатистическим вероятностным (прогнозируемым) неразведанным объемам природного газа	
2В. Нефтегазовые системы, ранжированные по количеству начальных суммарных ресурсов нефти	
2Г. Нефтегазовые системы, ранжированные по количеству начальных суммарных ресурсов природного газа	
2Д. Нефтегазовые системы, ранжированные по количеству текущих суммарных ресурсов нефти	
2Е. Нефтегазовые системы, ранжированные по количеству текущих суммарных ресурсов природного газа	
3А. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по среднестатистическим вероятностным (прогнозируемым) неразведанным объемам нефти	
3Б. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по среднестатистическим вероятностным (прогнозируемым) неразведанным объемам природного газа	
3В. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по среднестатистическим вероятностным (прогнозируемым) неразведанным общим объемам нефти и газа	

3Г. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по количеству начальных суммарных ресурсов нефти	
3Д. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по количеству начальных суммарных ресурсов природного газа	
3Е. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по количеству общих начальных суммарных ресурсов нефти и газа	
3Ж. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по количеству текущих суммарных ресурсов нефти	
3З. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по количеству текущих суммарных ресурсов природного газа	
3И. Нефтегазоносные провинции, ранжированные по общему количеству текущих суммарных ресурсов нефти и газа	
4. Объемы сырой нефти, природного газа и конденсата и геологическая привязка оцениваемых объектов по данным проведенной в 2000 г. оценки мировых ресурсов УВ (ГС США, 2000)	
5. Объемы сырой нефти, природного газа и конденсата и геологическая привязка нефтегазовых систем по данным проведенной в 2000 г. оценки мировых ресурсов УВ (ГС США, 2000)	
6. Оцениваемые объекты, ранжированные по крупности неразведанных месторождений нефти	
7. Оцениваемые объекты, ранжированные по крупности неразведанных месторождений природного газа	
8. Оцениваемые объекты, ранжированные по числу неразведанных месторождений нефти с запасами более 1024 млн. баррелей (140 млн. т)	
9. Оцениваемые объекты, ранжированные по числу неразведанных месторождений природного газа с запасами более 1024 млн. баррелей (140 млн. т) в нефтяном эквиваленте	
10. Разведанные и неразведанные объемы нефти и газа на оцененных территориях стран	
XI. Краткий словарь	333
XII. Библиография	335

I. Аннотация

Геологическая служба (ГС) США недавно провела оценку потенциальных, технически извлекаемых мировых ресурсов нефти, газа и конденсата, исключая углеводородные ресурсы территории США (ГС США, 2000). По методике, основанной на геологическом анализе, было выделено по всему миру 149 нефтегазовых систем (НГС) и 246 оцениваемых объектов (ООБ) в 128 нефтегазоносных провинциях, а также были количественно оценены неразведанные ресурсы в каждом из выявленных 246 ООБ. Эта оценка позволяет определить количество технически извлекаемых ресурсов нефти, газа и конденсата, которые потенциально могут быть добавлены к существующим мировым запасам без США за период 30 лет (1995–2025). Это количество кроме объема неразведанных ресурсов включает также и прогнозируемый рост запасов на уже открытых месторождениях. Результаты проведенной оценки ресурсов представлены в табл. 1 по следующим категориям (исключая ресурсы США): неразведанные ресурсы нефти в диапазоне от 344 млрд. баррелей* (47,1 млрд. т) до 1107 млрд. баррелей (151,6 млрд. т), в среднем, 649 млрд. баррелей (88,9 млрд. т); природного газа – в диапазоне от 2299 трлн. куб. футов (65,1 трлн. м³) до 8174 трлн. куб. футов (231,5 трлн. м³), в среднем, 4669 трлн. куб. футов (132,2 трлн. м³); конденсата – в диапазоне 95 – 378 млрд. баррелей (13,0 – 51,7 млрд. т), в среднем, 207 млрд. баррелей (28,3 млрд. т). Если суммировать полученные данные по ресурсам, данные по объему неразведанных ресурсов нефти и природного газа в США, накопленную добычу, а также оставшиеся запасы и рост запасов по всем провинциям мира, то начальные суммарные ресурсы (НСР) мира, по оцен-

ке ГС США, составят около 3 трлн. баррелей (411 млрд. т) в нефтяном эквиваленте (НЭ). Используя аналогичную методику подсчетов, ГС США оценивает мировые НСР природного газа в 15 000 трлн. куб. футов (425 трлн. м³) или 2,6 трлн. баррелей (356,1 млрд. т) в НЭ и около одной трети триллиона баррелей (45,7 млрд. т) конденсата. Таким образом, общие мировые ресурсы нефти и газа составляют порядка 5,9 трлн. баррелей (808,2 млрд. т) в НЭ. Эти мировые НСР нефти и газа в 5,9 трлн. баррелей (808,2 млрд. т) в НЭ не включают нетрадиционные сырьевые ресурсы типа битуминозных песков, горючих сланцев и различных нетрадиционных скоплений природного газа, в том числе и газогидраты. По данным ГС США, к настоящему времени в мире добыто и использовано порядка 1 трлн. баррелей (137 млрд. т) нефти и газа в НЭ, что составляет около 18% всех мировых традиционных НСР, а оставшиеся 82% мировых ресурсов традиционного сырья могут быть еще открыты и освоены.

Нефтегазоносные провинции мира, которые ГС США оценивает как наиболее перспективные для выявления ресурсов нефти, включают территории как уже хорошо известных нефтедобывающих провинций Ближнего Востока, Сибири и Каспия бывшего Советского Союза, дельты Нигера и Конго в Африке, так и геологически еще слабо изученных провинций, таких, например, как Северо-Восточный шельф Гренландии. Газонефтеносные провинции мира, которые согласно проведенной оценке обладают максимальными объемами неразведанных ресурсов природного газа, включают Западную Сибирь, шельфы Баренцева и Карского морей на территории бывшего

* При переводе в единицы СИ неметрических единиц, применяемых в США, принято:

1 т нефти (плотность 0,85 г/см³) = 7,3 барреля

1 м³ газа = 35,3 куб. фута

Советского Союза, Руб Аль Хаали на Ближнем Востоке и провинции Норвежского моря. В некоторых провинциях, таких как Восточная Сибирь и Северо-Западный шельф Австралии, открыты значительные запасы природного газа, которые еще требуют освоения. Местоположения крупных региональных газовых систем отличаются от местоположений нефтяных систем. Необходимо дополнительное геологическое изучение этих систем, особенно тех из них, которые характеризуются преобладанием природного газа.

При выделении мировых 149 НГС и 246 ООБ ГС США провела некоторые обобщения в геологическом строении элементов НГС (ловушки, нефтегазоматеринские породы – НГМП, покрышки, резервуары), включающих ресурсы нефти и природного газа. Установлено, что максимальные объемы неразведанных ресурсов нефти и природного газа приурочены к структурным ловушкам, меньше ресурсов содержится в комбинированных и менее всего в стратиграфических ловушках. НГМП представлены в основном морскими аргиллитами, среди которых главная роль в обеспечении разведанными и неразведанными ресурсами нефти и газа принадлежит мезозойским НГМП. Прибрежно-морские и континентальные резервуарные породы включают в себя максимальные объемы ресурсов нефти и газа, в то время как глубоководные терригенные резервуары содержат их минимальное количество, несмотря на недавние открытия в них крупных запасов углеводородного сырья. Терригенные резервуарные породы будут превалировать в будущих открытиях, хотя карбонатные резервуары имеют в настоящее время значительные объемы разведанных запасов. В изученных НГС основными покрышками служат глинистые породы, а эвапоритовые экранирующие породы являются критически важными для сохранности залежей нефти и газа в

нефтегазовых системах палеозойских резервуаров. В большинстве нефтегазовых систем вертикальная или латеральная миграция нефти и газа из зрелых НГМП составляет менее 12,4 мили (20 км). Основное количество нефтяных и газовых скоплений располагается на глубине до 2,8 мили (4,5 км), ниже их количество существенно уменьшается. Проведенный ГС США анализ показывает, что половина неразведанных ресурсов нефти и газа отмечается в акваториях и примерно 25% ресурсов находятся в арктических регионах, которые, очевидно, станут в будущем важнейшими регионами проведения поисково-разведочных работ.

После оценки мировых ресурсов нефти и газа, проведенной ГС США по состоянию на 1995 г., прошло восемь лет, что составляет менее трети 30-летнего прогнозного периода (1995–2025) роста мировой ресурсной базы. За этот период было приращено 18% запасов нефти и 27% запасов газа в изученных провинциях в результате новых открытий и роста запасов в уже известных месторождениях. Если принять за основу общие мировые запасы, исключая запасы США и Канады, то рост запасов за тот же период составит 23% по нефти и 31% по газу. Рост запасов в уже известных месторождениях еще более значителен – 26% по нефти и 52% по газу от объемов, оцененных на 1995 г. (ГС США, 2000), и эти запасы уже добавлены к более ранним запасам (Klett и др., в печати). Около 10% запасов нефти и газа было приращено за счет новых открытий в изученных провинциях. Результаты данного анализа показывают, что проведенная ГС США (2000) оценка оказалась достаточно корректной, учитывая линейный характер роста запасов, и относительно умеренной по отношению к современной высокой оценке ресурсов как по нефти, так и по природному газу.

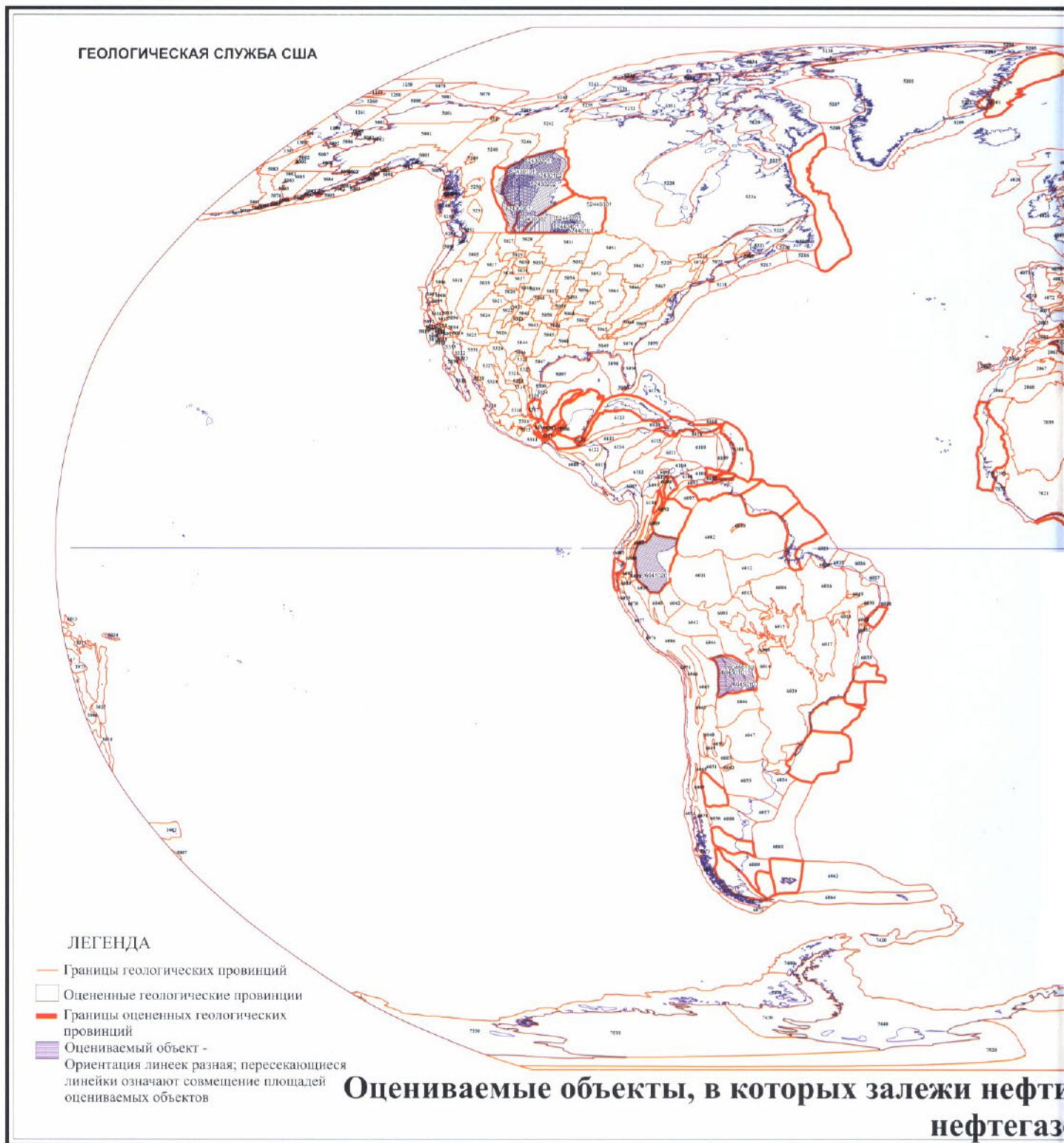
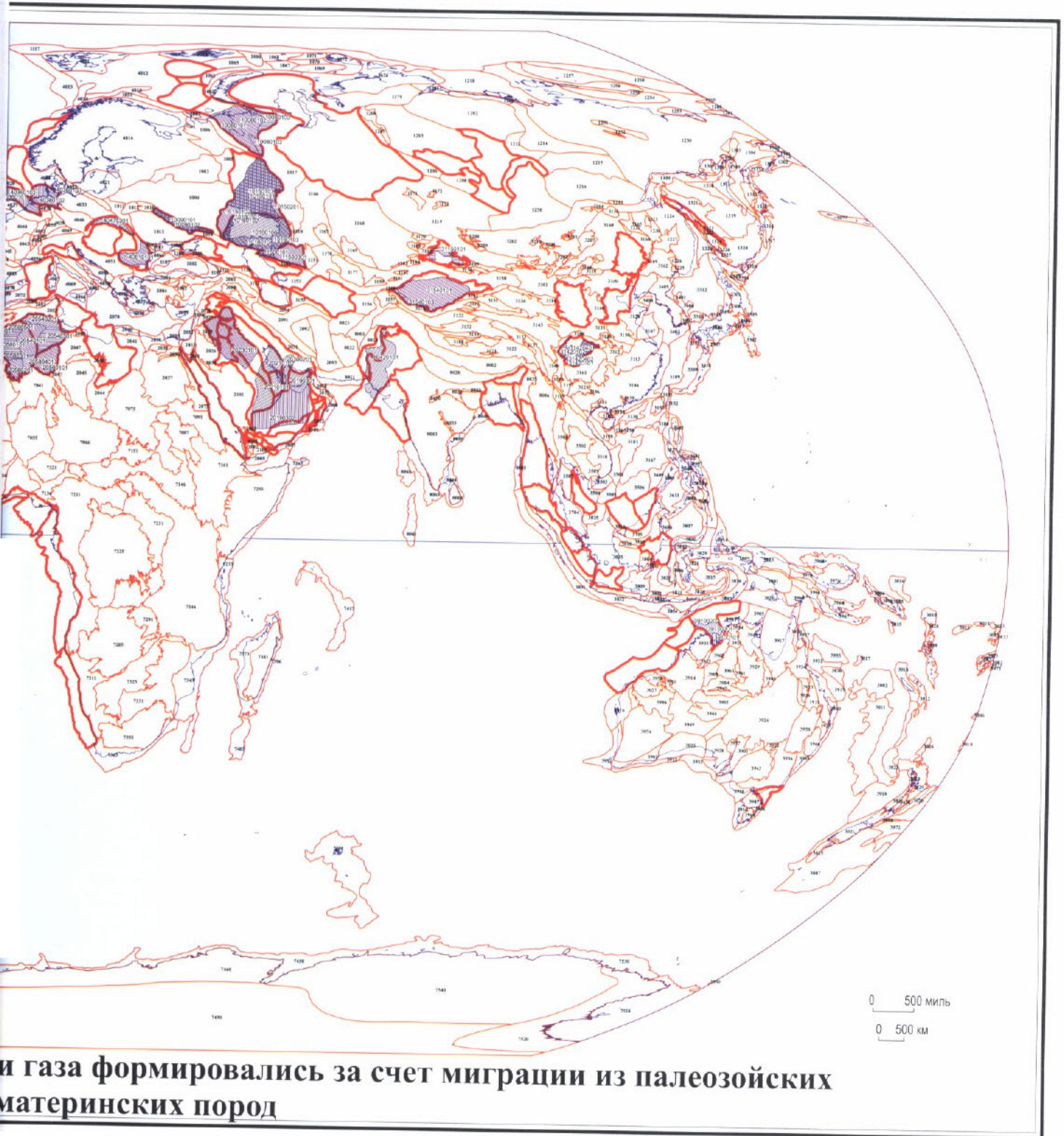


Рис. 38. Карта, показывающая распределение оцениваемых объектов, в которых залежи нефти и газа сформировались за счет миграции из палеозойских нефтегазоматеринских пород



0 500 миль
0 500 км

Проекция Робинсон
Центральный меридиан 0

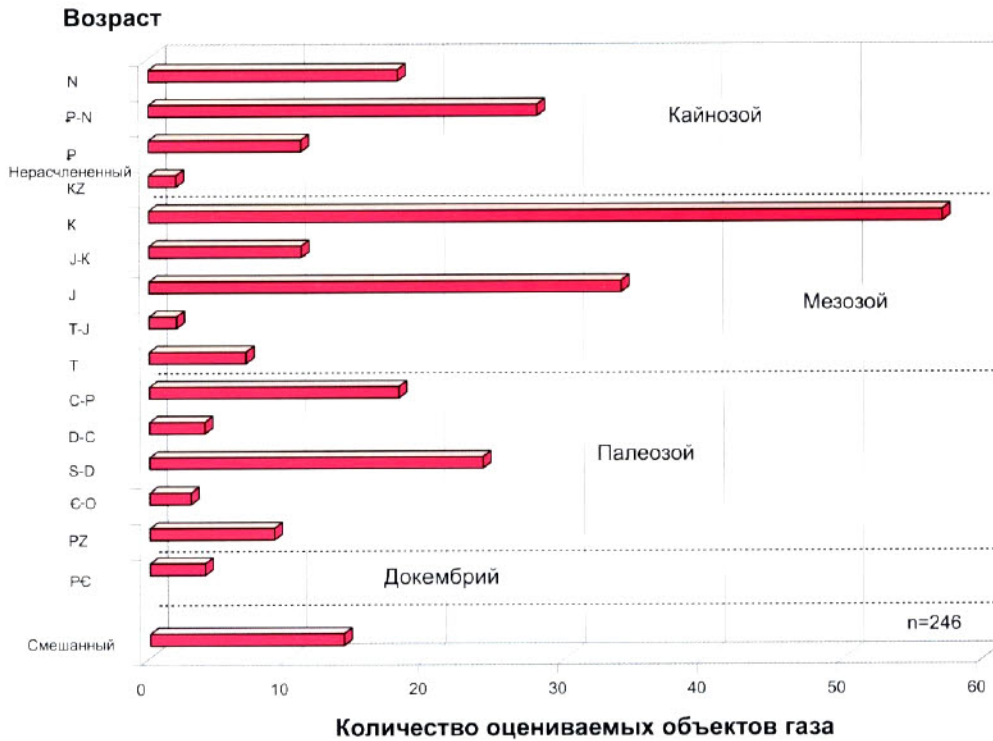


Рис. 41. Количественное распределение 246 оцениваемых объектов по геологическому возрасту нефтегазоматеринских пород. Смешанный – материнские породы различного возраста

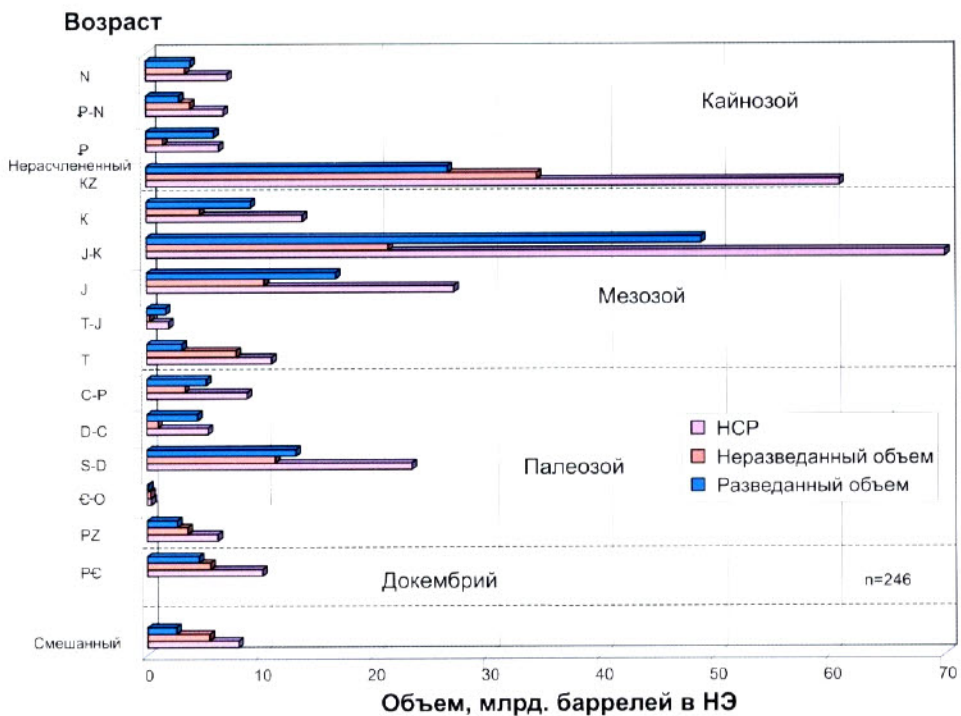


Рис. 42. Распределение средних величин оцененных ресурсов нефти и газа в 246 оцениваемых объектах по возрасту нефтегазоматеринских пород. Разведанный объем – накопленная добыча + оставшиеся запасы; неразведанный объем – оцененный в данной работе; начальные суммарные ресурсы (НСР) – сумма разведанных и неразведанных объемов. Смешанный – возраст различных материнских пород

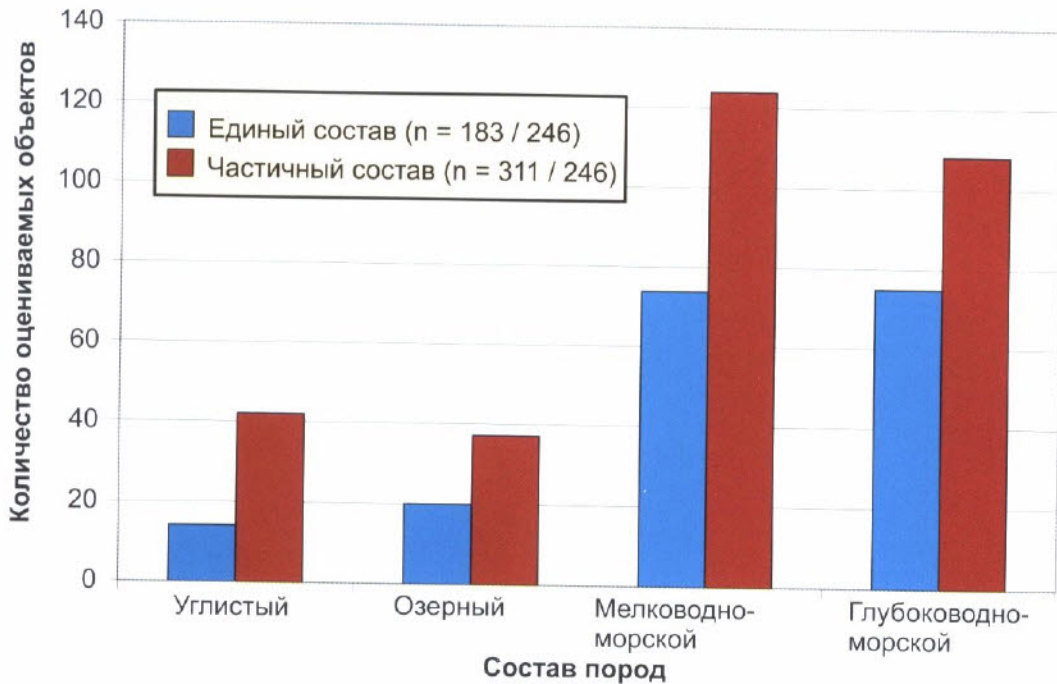


Рис. 43. Количественное распределение 246 оцениваемых объектов по составу нефтегазоматеринских пород. Выделено четыре типа НГМП: углистый, озерный, мелководно-морской и глубоководно-морской. Некоторые НГМП в оцениваемых объектах имеют смешанный состав и выделены как “частично” (красный цвет) углистые, “частично” озерные и т. д. Если присутствуют НГМП только одного состава (голубой цвет), то использовался термин “единый”

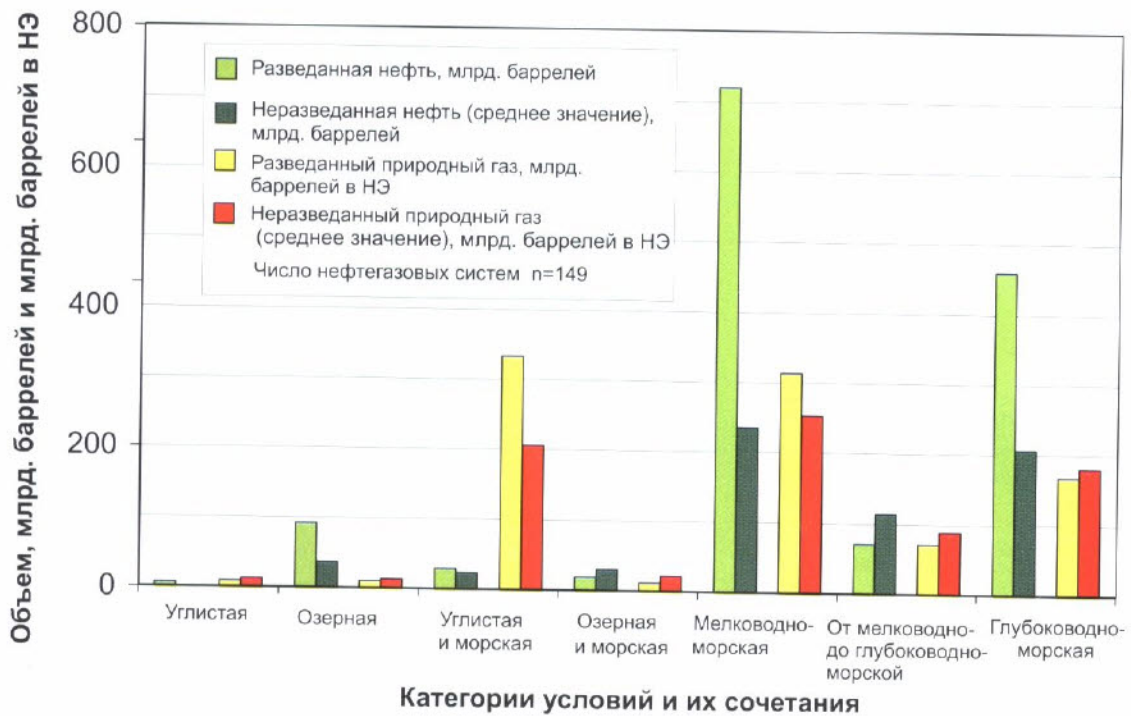


Рис. 44. Распределение средних величин оцененных ресурсов нефти и газа нефтегазовых систем по условиям накопления нефтегазоматеринских пород. Разведанный объем – накопленная добыча + оставшиеся запасы; неразведанный объем – оцененный в данной работе. Четырьмя категориями условий и их сочетаниями являются: углистая, озерная, углистая и морская, озерная и морская, мелководно-морская, от мелководно- до глубоководно-морской и глубоководно-морская, как определено для каждой нефтегазовой системы