

первом случае современный структурный план исключает такую возможность. В доюрское время предполагаемая миграция газообразных УВ пресекалась унаследовано воздымавшимся Степновским валом и системой впадин, существовавших на месте Елшано-Сергиевского инверсионного вала. Однако не исключена существенная перестройка региональной картины нефтегазоносности и распределения залежей в девоне и карбоне именно во время досреднеюрской, а возможно, и преднеогеновой инверсий, что могло оказаться основным фактором формирования здесь современных залежей УВ.

Вероятность именно такого сценария, по нашему мнению, подтверждается высокой плотностью нефтегазовых скоплений на юго-восточных инверсионных валах Саратовских дислокаций и присутствием здесь

второго по запасам месторождения Саратовской области – Ириновского.

Необходимыми условиями успешных поисковых работ на территории Саратовских дислокаций являются:

– выполнение при подготовке структур современных геофизических исследований, как зонально-региональных, так и локальных (в модификации МОГТ 3D);

– на современной структурной основе реализация детального палеоструктурного анализа территории в целом и локальных объектов с обязательным выполнением работ по методике бассейнового моделирования во времени – на каждый ключевой этап тектонического развития.

В особенности это касается оценки перспектив нефтегазоносности и выбора направлений поисковых работ на отложения «терригенного девона».

Л и т е р а т у р а

1. Шебалдин В.П. Тектоника Саратовской области. – Саратов, 2008. – 21с.

УДК553.98.2.048

ОСНОВНЫЕ ЗОНЫ РАЗВИТИЯ КОЛЛЕКТОРОВ С НИЗКИМИ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В ИХ ПРЕДЕЛАХ

© 2016 г. С. В. Сизинцев, О. И. Меркулов, С. А. Носова
АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

В пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции выделены зоны нефтегазонакопления, связанные с низкопоровыми и низкопроницаемыми коллекторами преимущественно карбонатных нефтегазоносных комплексов, по которым выполнена количественная оценка ресурсов углеводородов. Результаты оценки могут быть использованы для определения перспективных направлений по поиску залежей с трудноизвлекаемыми запасами, в данном случае в коллекторах с низкими фильтрационно-емкостными свойствами, в связи с постепенным истощением «традиционных» запасов провинции.

В настоящее время территория Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (НГП) хорошо изучена, крупные скопле-

ния углеводородов (УВ) найдены, а степень выработанности значительного количества месторождений высока. Поисковые работы

направлены, главным образом, на выявление незначительных по запасам месторождений, а также залежей УВ в коллекторах с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС). В категорию коллекторов с низкими ФЕС можно отнести низкопроницаемые (проницаемость менее $0,05 \text{ мкм}^2$) и низкопоровые (пористость менее или равна 6%) коллектора преимущественно карбонатных нефтегазоносных комплексов (НГК) Волго-Уральской НГП – среднефранско-турнейского, верхневизейско-башкирского и среднекаменноугольно-нижнепермского, который, в свою очередь, подразделяется на средне-верхнекаменноугольный и нижнепермский подкомплексы. Последняя официальная количественная оценка ресурсов УВ рассматриваемых комплексов территории провинции выполнена по состоянию изученности на 01.01.2009 г.

В работе по количественной оценке были выделены эталонные участки, которые включали и залежи УВ в коллекторах с низкими ФЕС. Для анализа собрана информация по ресурсной базе эталонных участков Волго-Уральской НГП по состоянию на 01.01.2009 г. и на современном этапе изученности территории, в том числе по залежам, открытым в низкопоровых и низкопроницаемых коллекторах. Таким образом, на основе эталонных участков, используемых в официальной количественной оценке и утвержденных ЦЭК, и процентного соотношения ресурсной базы УВ в коллекторах с низкими и высокими ФЕС можно выделить основные зоны развития коллекторов с низкими ФЕС и оценить их ресурсы. Зоны соответствуют либо крупным тектоническим элементам, либо нефтегазоносным областям Волго-Уральской НГП.

По среднефранско-турнейскому комплексу выделены Соликамская, Уфимская, Южно-Татарская, Бузулукская, Восточно-Оренбургская, Соль-Илецкая и Южно-Предуральская

зоны нефтегазонакопления (ЗНГН), связанные с коллекторами, имеющими низкие ФЕС. Плотность начальных суммарных геологических ресурсов УВ в коллекторах с низкими ФЕС варьирует от 3,7 тыс. т/км² в пределах Южно-Предуральской зоны до 30,0 тыс. т/км² в Южно-Татарской (рис. 1).

Соликамская ЗНГН расположена в северо-восточной части Волго-Уральской НГП и соответствует территории Соликамской депрессии. Месторождения зоны по рассматриваемому комплексу в основном нефтяные, большинство из них разрабатывается. Более 90% ресурсов нефти зоны приходится на низкопроницаемые и низкопоровые коллектора.

Уфимская ЗНГН выделена в восточной части Волго-Уральской НГП, соответствует Уфимской нефтегазоносной области (НГО) и охватывает территории Благовещенской впадины и Башкирской моноклинали. Месторождения зоны нефтяные, на низкопроницаемые и низкопоровые коллектора приходится порядка 70% ресурсов.

Южно-Татарская ЗНГН является главной зоной развития низкопроницаемых коллекторов в среднефранско-турнейском нефтегазоносном комплексе. С одной стороны, в пределах зоны сосредоточен основной объем запасов УВ в коллекторах с низкими ФЕС, с другой – рассматриваемая территория хорошо изучена и прогнозная часть ресурсов невелика (порядка 20%). Она выделена в центральной части провинции и соответствует территории Южно-Татарской НГО. Залежи зоны нефтяные с незначительным газовым фактором. Более 50% ресурсов зоны – в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах.

Бузулукская ЗНГН по сосредоточению запасов УВ в коллекторах с низкими ФЕС является второстепенной после Южно-Татарской, выделена в южной части Волго-Уральской НГП и соответствует одноименной нефтегазоносной области (впадины).

ние на рассматриваемой территории только залежей в коллекторах с низкими ФЕС.

Южно-Предуральская ЗНГН находится в крайней юго-восточной части Волго-Уральской НГП, соответствует одноименной НГО и охватывает территории Бельской и Мраковской депрессий, а также Шиханско-Ишимбайской и Урало-Илекской седловин. В пределах зоны открыты только два месторождения (Архангельское и Табынское) на территории Бельской депрессии в низкопоровых коллекторах. Так же как и по Соль-Илецкой зоне, незначительное количество открытых месторождений позволяет лишь предположить распространение на рассматриваемой территории только залежей в коллекторах с низкими ФЕС.

По итогам количественной оценки извлекаемые начальные суммарные ресурсы УВ в коллекторах с низкими ФЕС среднефранско-турнейского нефтегазоносного комплекса Волго-Уральской НГП в пределах выделенных зон составляют порядка

1 млрд т у.т. Лидерами по сосредоточению НСР являются Южно-Татарская и Бузулукская ЗНГН, на которые приходится 44% и 29% соответственно (рис. 2). По прогнозным извлекаемым ресурсам УВ в коллекторах с низкими ФЕС также доминируют Южно-Татарская (26%) и Бузулукская (35%) зоны, однако в лидеры вырывается вторая (рис. 3). При сопоставлении с официальной количественной оценкой доля извлекаемых НСР в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах по рассматриваемому комплексу составляет порядка 38%, извлекаемых прогнозных ресурсов – порядка 24%.

По верхневизейско-башкирскому комплексу выделены Соликамская, Бузулукская, Соль-Илецкая и Южно-Предуральская зоны нефтегазонакопления, связанные с коллекторами, имеющими низкие ФЕС. Плотность начальных суммарных геологических ресурсов УВ в таких коллекторах колеблется от 6,4 тыс. т/км² в пределах Бузулукской зоны до 19,7 тыс. т/км² в Соль-Илецкой (рис. 4).

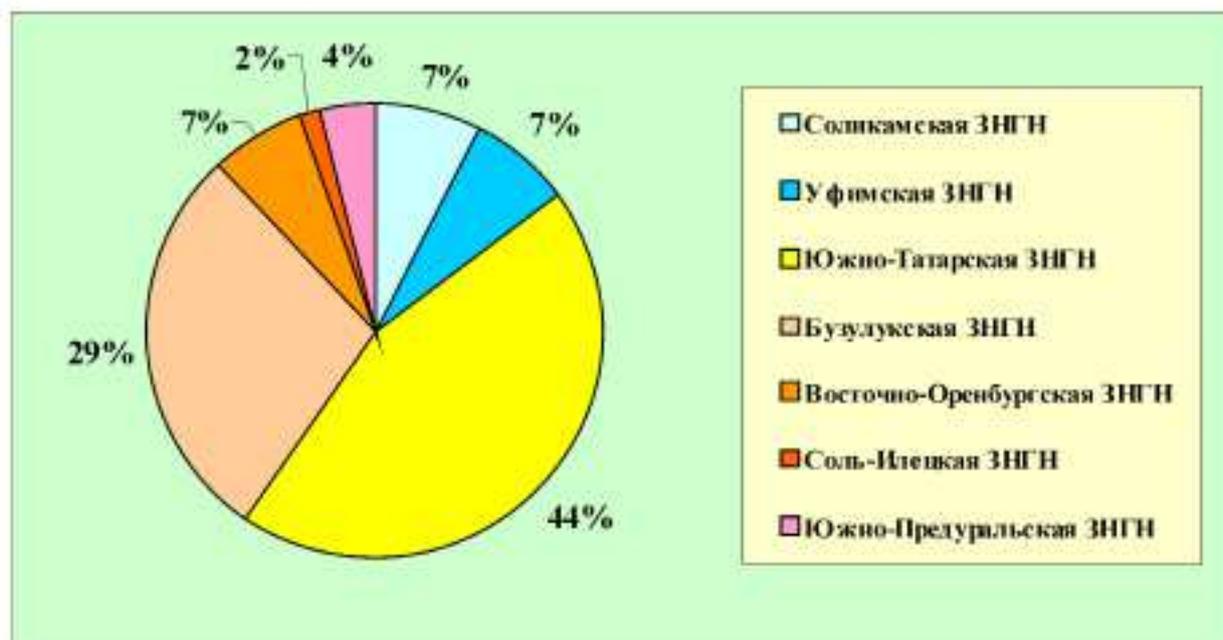


Рис. 2. Процентное соотношение начальных суммарных извлекаемых ресурсов УВ зон нефтегазонакопления, связанных с коллекторами с низкими ФЕС среднефранско-турнейского НГК Волго-Уральской НГП

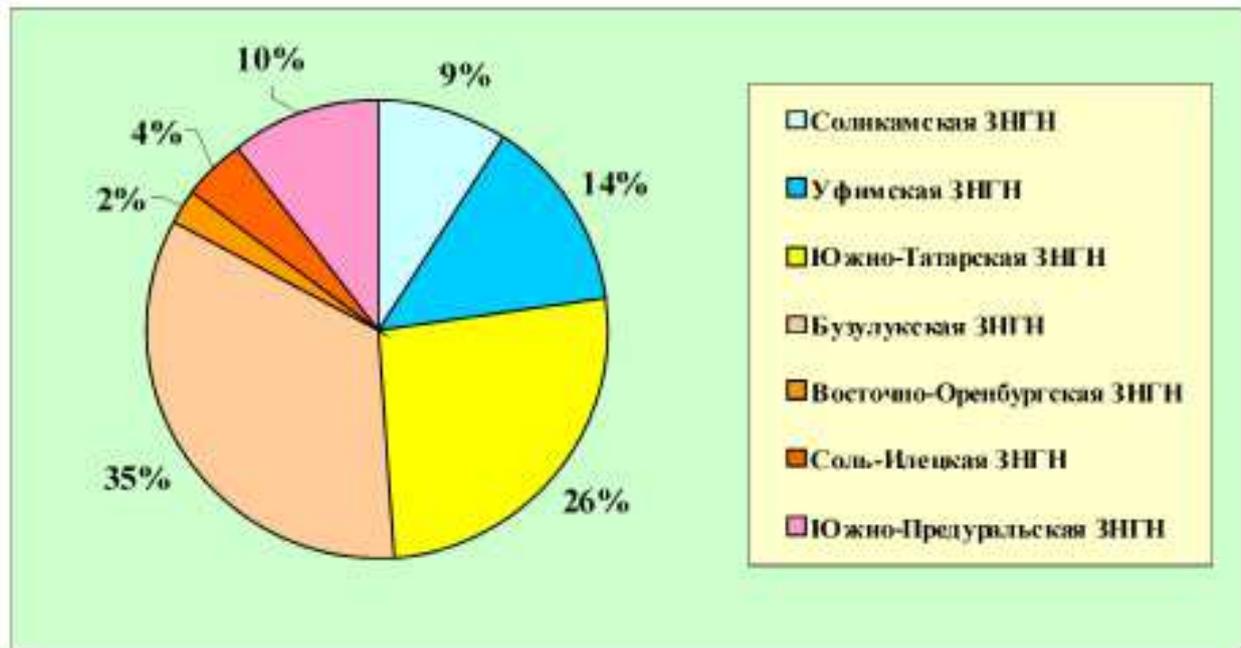


Рис. 3. Процентное соотношение прогнозных извлекаемых ресурсов УВ зон нефтегазоаккумуляции, связанных с коллекторами с низкими ФЕС среднефранско-турнейского НГК Волго-Уральской НГП

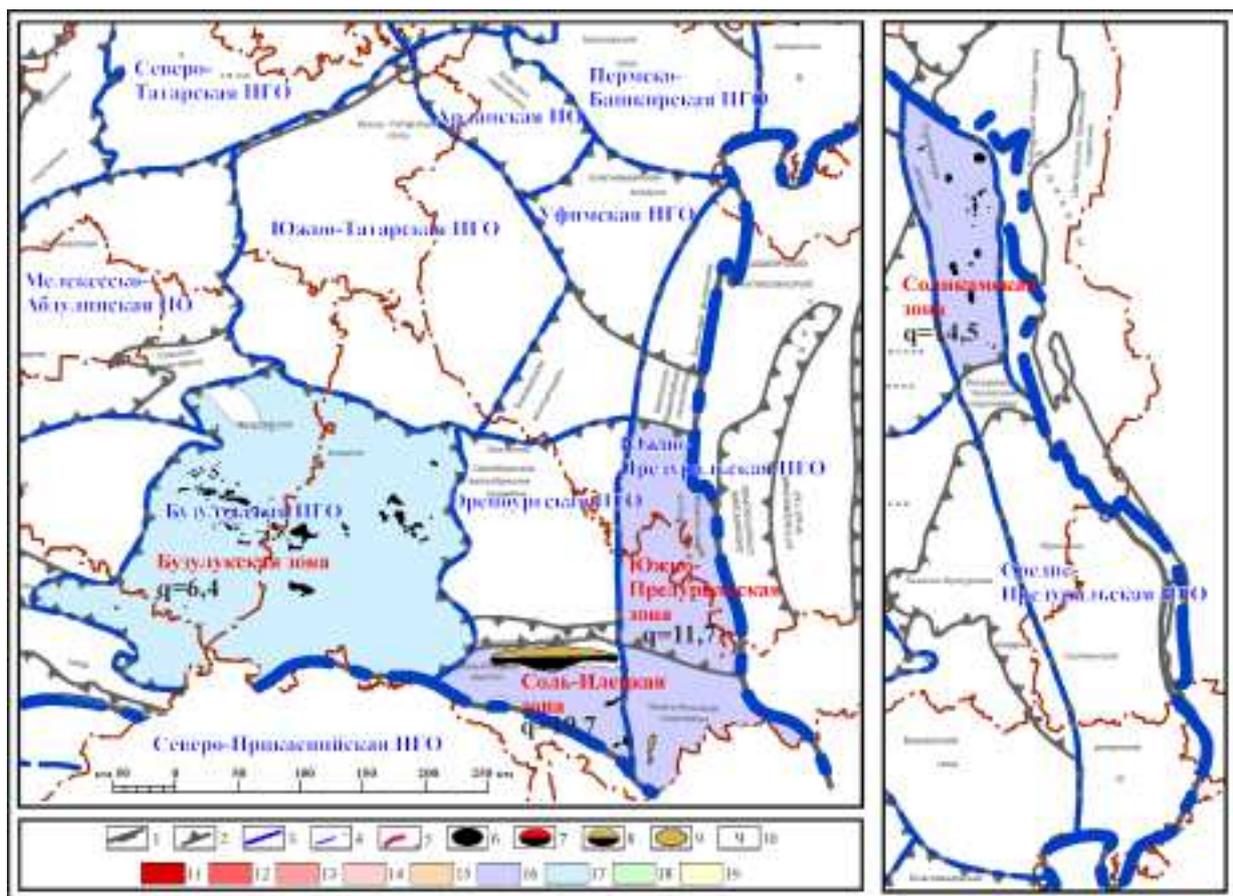


Рис. 4. Карта начальных суммарных геологических ресурсов УВ в коллекторах с низкими ФЕС верхневизейско-башкирского НГК Волго-Уральской НГП (условные обозначения на рис. 1)

Соликамская ЗНГН, как и по среднефранско-турнейскому НГК, соответствует территории одноименной депрессии. Залежи зоны по рассматриваемому комплексу в основном нефтяные, на низкопроницаемые и низкопоровые коллектора приходится порядка 75% ресурсов нефти зоны.

Наибольший объем запасов нефти в низкопроницаемых коллекторах верхневизейско-башкирского комплекса приурочен к Бузулукской ЗНГН. Около 30% ресурсов зоны приходится на низкопроницаемые и низкопоровые коллектора, по флюидалному составу залежи нефтяные. При этом в башкирских отложениях количество залежей в коллекторах с низкими ФЕС незначительно, а основной их объем приурочен к карбонатным пластам окского надгоризонта. Ареал сосредоточения окских залежей – центральная часть Бузулукской впадины, в пределах которой по кровле окского надгоризонта выделяется обширное плато, сложенное сульфатно-карбонатными отложениями, с выраженными ступенчатыми склонами и уступами, отделяющими его от пониженных участков, где ангидриты, с зонами развития которых связаны основные перспективы, не отлагались [1].

В пределах Соль-Илецкой ЗНГН в отложениях рассматриваемого комплекса открыты залежи УВ в низкопроницаемых коллекторах на Оренбургском месторождении, а также ряде месторождений в зоне сочленения Соль-Илецкого выступа с Предуральским прогибом. Порядка 80% ресурсов нефти зоны сосредоточено в коллекторах с низкими ФЕС. Залежи зоны нефтяные с высоким газосодержанием (160–370 м³/т), газоконденсатные.

Перспективы Южно-Предуральской ЗНГН по верхневизейско-башкирскому комплексу приурочены к южной части одноименной нефтегазоносной области, охватывающей территории Мраковской

депрессии и Урало-Илекской седловины. При этом наиболее привлекательной является восточная часть зоны, где возможно открытие аналогов Беркутовского газоконденсатного месторождения. Продуктивность месторождения связана с карбонатными отложениями нижне- и среднекаменноугольного возраста, пористость которых составляет порядка 2%. На низкопроницаемые и низкопоровые коллектора приходится более 80% ресурсов зоны, в основном следует ожидать открытие газоконденсатных залежей.

Извлекаемые начальные суммарные ресурсы УВ в коллекторах с низкими ФЕС верхневизейско-башкирского нефтегазоносного комплекса Волго-Уральской НГП в пределах выделенных зон по результатам оценки составляют порядка 0,5 млрд т у.т. Наибольший объем НСР приходится на Южно-Предуральскую и Бузулукскую ЗНГН – 47% и 30% соответственно (рис. 5). Не меняется ситуация и по прогнозным извлекаемым ресурсам УВ в коллекторах с низкими ФЕС, однако доля Южно-Предуральской зоны значительно возрастает – 59% против 16% в Бузулукской (рис. 6), что связано с низкой степенью изученности при высоких перспективах. При сопоставлении с официальной количественной оценкой доля извлекаемых НСР в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах по верхневизейско-башкирскому комплексу составляет немногим менее 20%, извлекаемых прогнозных ресурсов – порядка 25%.

Среди преимущественно карбонатных комплексов Волго-Уральской НГП наименьший объем ресурсов УВ, как в целом, так и в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах, приходится на средне-верхнекаменноугольный подкомплекс среднекаменноугольно-нижнепермского комплекса. По рассматриваемому подкомплексу выделены Средне-Предуральская, Юж-

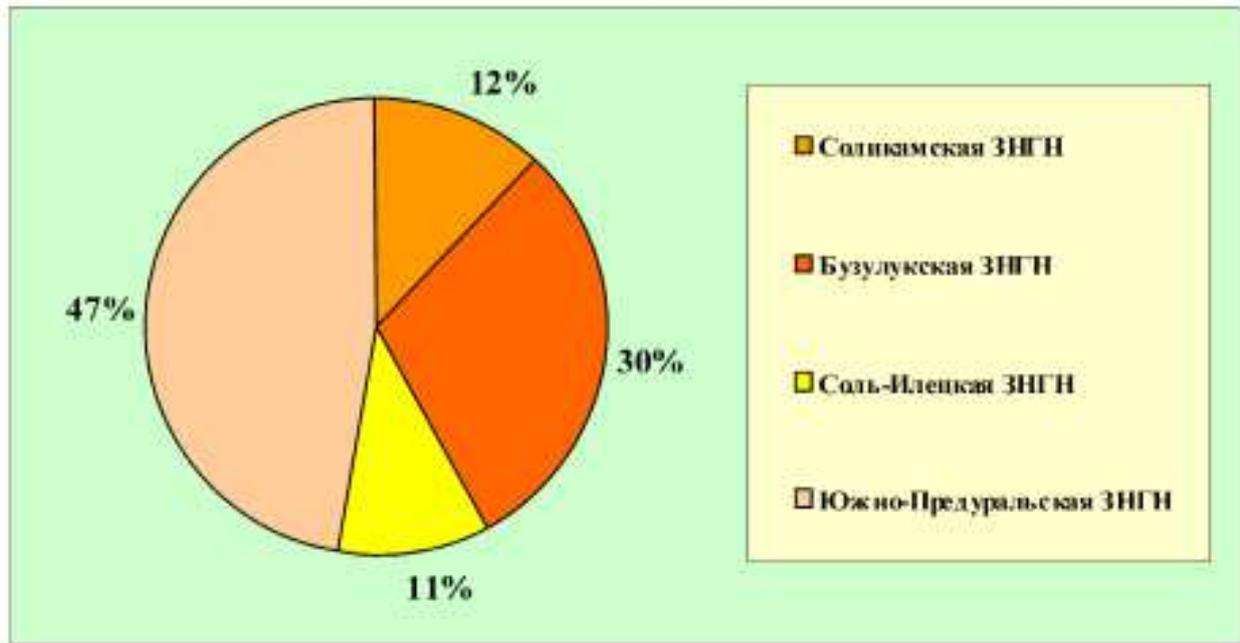


Рис. 5. Процентное соотношение начальных суммарных извлекаемых ресурсов УВ зон нефтегазонакопления, связанных с коллекторами с низкими ФЕС верхневизейско-башкирского НГК Волго-Уральской НГП

но-Татарская и Южно-Предуральская зоны нефтегазонакопления, связанные с коллекторами с низкими ФЕС. Плотность начальных суммарных геологических ресур-

сов УВ в таких коллекторах варьирует от 1,4 тыс. т/км² в пределах Средне-Предуральской зоны до 4,6 тыс. т/км² в Южно-Татарской (рис. 7).

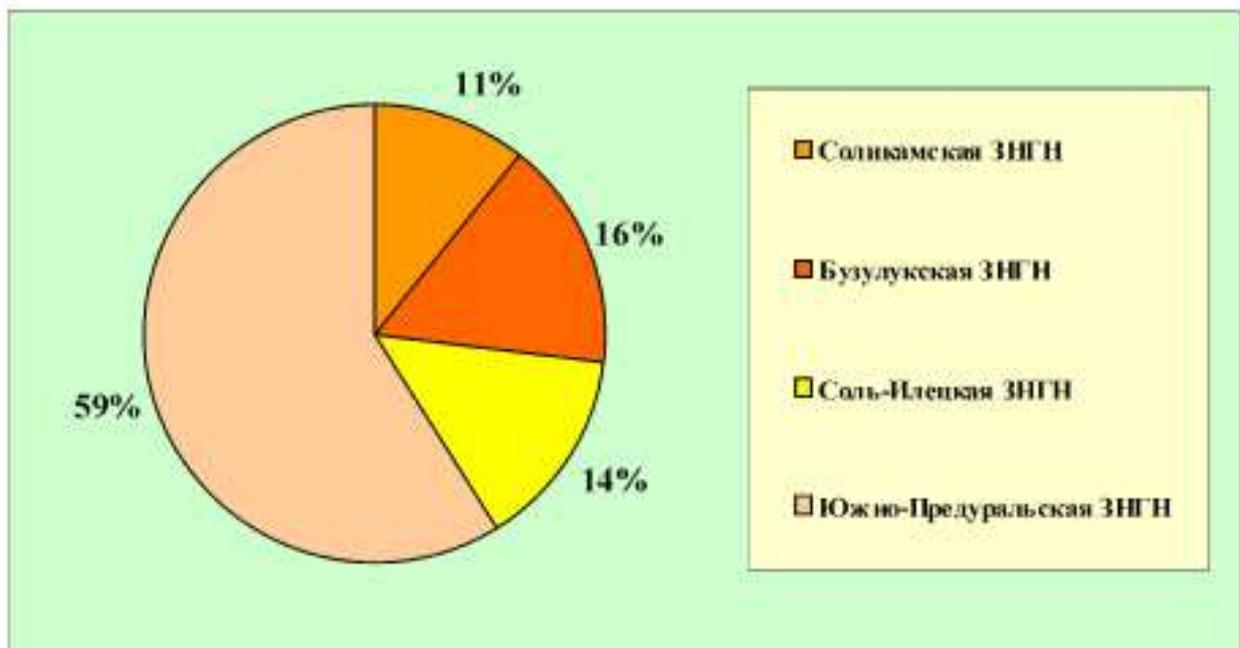


Рис. 6. Процентное соотношение прогнозных извлекаемых ресурсов УВ зон нефтегазонакопления, связанных с коллекторами с низкими ФЕС верхневизейско-башкирского НГК Волго-Уральской НГП

Средне-Предуральская ЗНГН выделена в северо-восточной части Волго-Уральской НГП, соответствует одноименной НГО и охватывает территории Соликамской депрессии, Косьюинско-Чусовской седловины, Юрюзано-Сылвенской депрессии и Западно-Уральской зоны складчатости. При этом в низкопроницаемых коллекторах открыто только два месторождения (Кызылбаевское и Алегазовское) в южной части зоны в пределах Юрюзано-Сылвенской депрессии. На коллектора с низкими ФЕС приходится порядка 65% ресурсов нефти зоны, залежи содержат как нефтяные, так и газовые скопления.

По средне-верхнекаменноугольному подкомплексу среднекаменноугольно-нижне-

пермского НГК оценена не вся территория Южно-Татарской нефтегазоносной области, соответственно одноименная ЗНГН охватывает только крайние части – западную и восточную. При этом основные перспективы по рассматриваемому подкомплексу связаны с западной частью, где открыто наибольшее количество месторождений. Доля ресурсов зоны в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах составляет немногим менее 70%, залежи нефтяные, с незначительным газовым фактором.

В пределах Южно-Предуральской ЗНГН в отложениях рассматриваемого подкомплекса открыты залежи нефти на Архангельском, Воскресенском, Тейрукском и Тавакановском месторождениях, коллек-

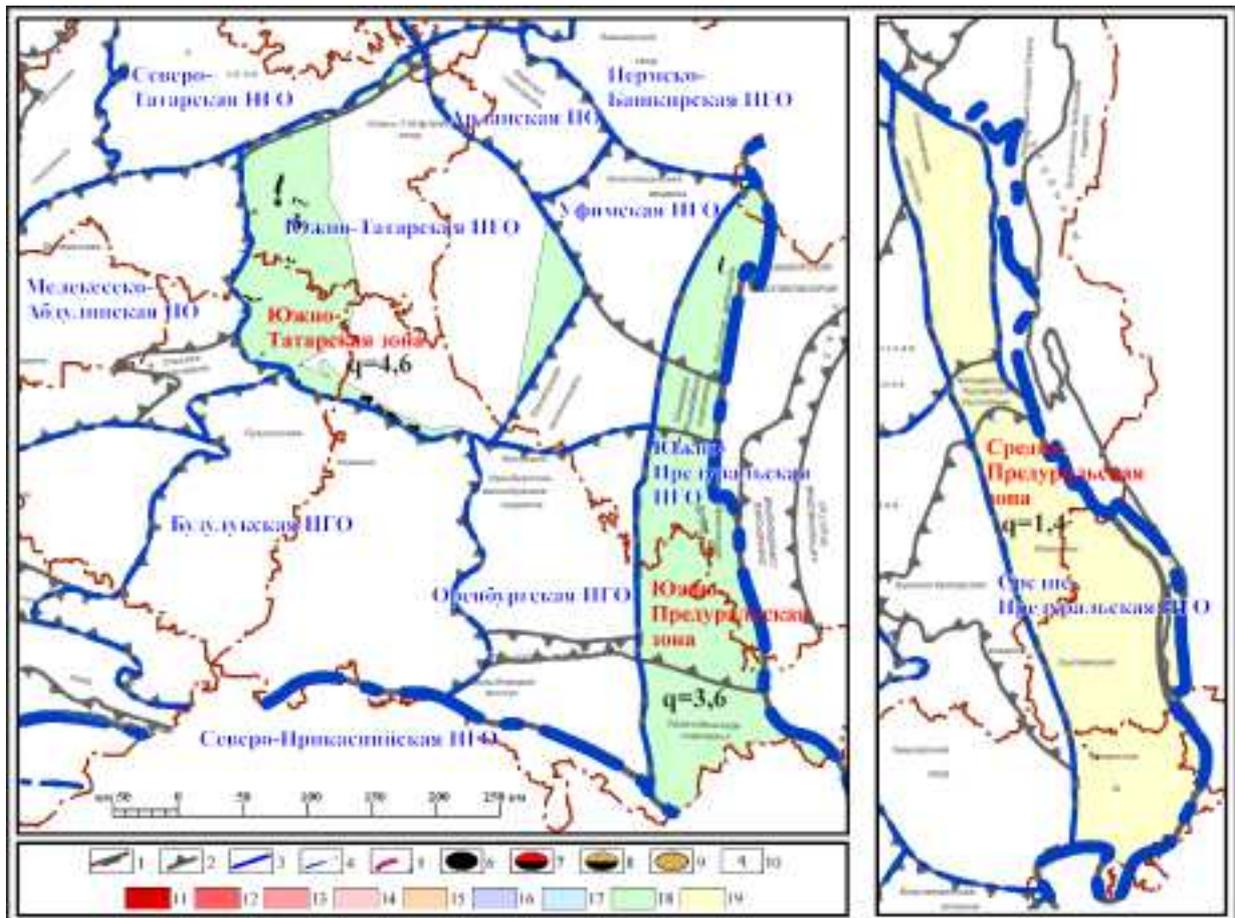


Рис. 7. Карта начальных суммарных геологических ресурсов УВ в коллекторах с низкими ФЕС средне-верхнекаменноугольного подкомплекса среднекаменноугольно-нижнепермского НГК Волго-Уральской НГП (условные обозначения на рис. 1)

тора которых характеризуются низкими значениями как пористости (1–5%), так и проницаемости (0,023–0,05 мкм²). В восточной части на глубинах 2–3 км открыты Подгорновское, Саратовское и Исиновское газоконденсатные месторождения, пористость отложений которых колеблется в пределах 1,4–3,2%. Порядка четверти ресурсов нефти и более 80% ресурсов свободного газа сосредоточено в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах зоны.

По результатам оценки ресурсов УВ в коллекторах с низкими ФЕС средне-верхнекаменноугольного подкомплекса среднекаменноугольно-нижнепермского комплекса Волго-Уральской НГП извлекаемые НСР в пределах выделенных зон составляют немногим менее 0,15 млрд т у.т. Как по сосредоточению НСР, так и прогнозных извлекаемых ресурсов УВ в коллекторах с низкими ФЕС лидером является Южно-Предуральская зона (порядка 70%) (рис. 8, 9). Примерно одинаковые доли приходятся

на второстепенные Средне-Предуральскую и Южно-Татарскую зоны. Доля извлекаемых НСР в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах от общего объема НСР провинции по рассматриваемому комплексу составляет около 28%, извлекаемых прогнозных ресурсов – 35%.

По нижнепермскому подкомплексу среднекаменноугольно-нижнепермского комплекса выделены Средне-Предуральская, Бузулукская, Восточно-Оренбургская, Соль-Илецкая и Южно-Предуральская зоны нефтегазонакопления, связанные с низкопроницаемыми и низкопоровыми коллекторами. Плотность начальных суммарных геологических ресурсов УВ в коллекторах с низкими ФЕС колеблется от 1,6 тыс. т/км² в пределах Восточно-Оренбургской зоны до 80,9 тыс. т/км² в Соль-Илецкой (рис. 10).

Средне-Предуральская ЗНГН. Залежи нефти в коллекторах с низкими ФЕС открыты на всей протяженности вытянутой в северо-западном направлении зоны на Копальнинском, Усть-Икинском, Селин-

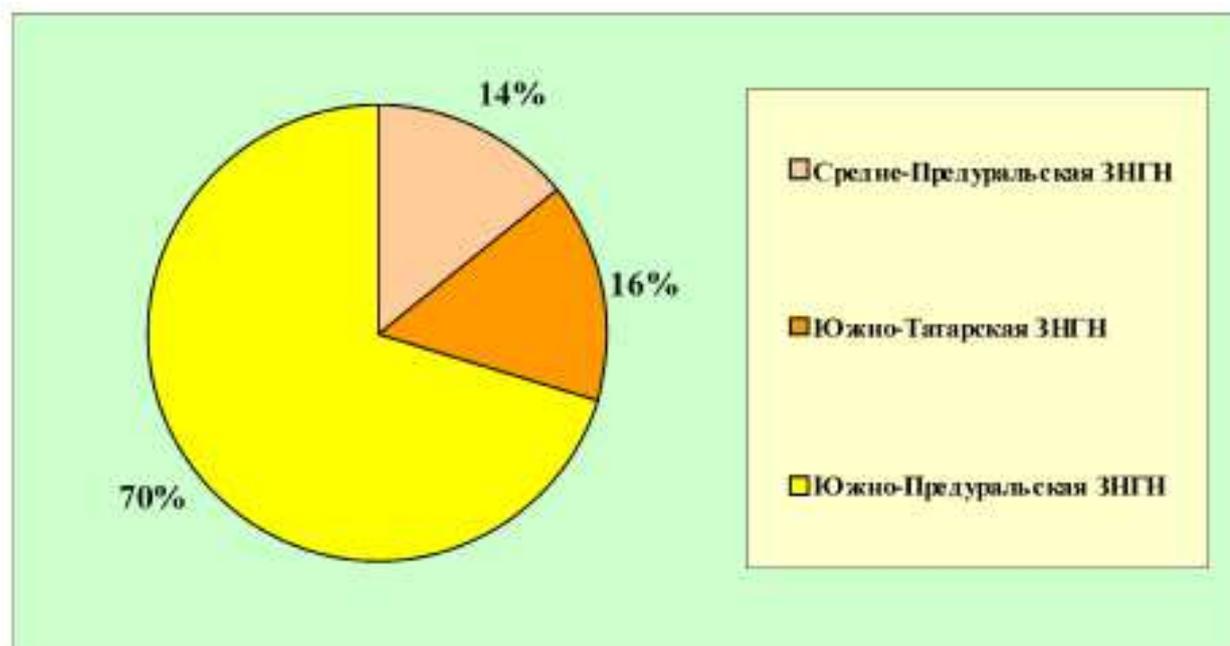


Рис. 8. Процентное соотношение начальных суммарных извлекаемых ресурсов УВ зон нефтегазонакопления, связанных с коллекторами с низкими ФЕС средне-верхнекаменноугольного подкомплекса среднекаменноугольно-нижнепермского НГК Волго-Уральской НГП

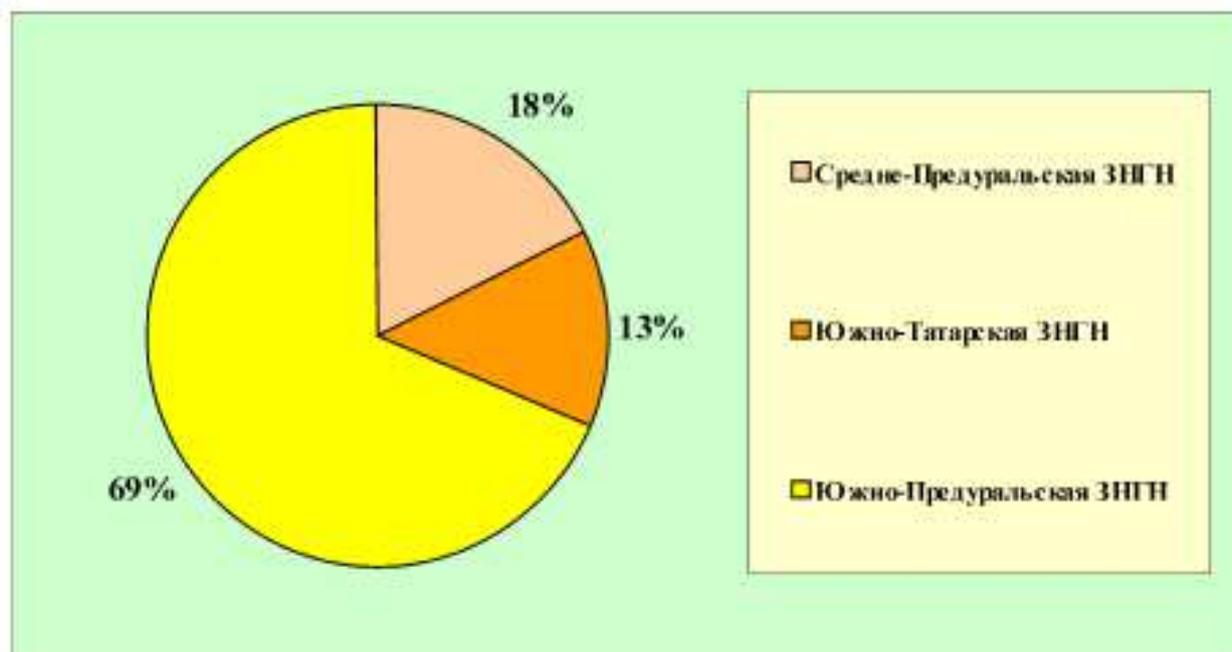


Рис. 9. Процентное соотношение прогнозных извлекаемых ресурсов УВ зон нефтегазонакопления, связанных с коллекторами с низкими ФЕС средне-верхнекаменноугольного подкомплекса среднекаменноугольно-нижнепермского НГК Волго-Уральской НГП

ском, Ольховском, Бельском и Гагаринском месторождениях; 60% ресурсов зоны приурочено к низкопроницаемым и низкопоровым коллекторам.

Бузулукская ЗНГН. Все открытые на текущий момент залежи подкомплекса в коллекторах с низкими ФЕС расположены в северной части. Для зоны характерны как нефтяные, так и газовые скопления. На низкопроницаемые и низкопоровые коллектора приходится более 90% ресурсов зоны.

Восточно-Оренбургская ЗНГН. В пределах зоны в коллекторах с низкими ФЕС, а именно с низкой проницаемостью (не более 0,017 мкм²), залежи углеводородов открыты на Юлдашевском, Южно-Радовском, Дачно-Репинском месторождениях. Доля ресурсов в коллекторах с низкими ФЕС составляет более 90%.

Соль-Илецкая ЗНГН – доминирующая по рассматриваемому подкомплексу. Залежи зоны содержат нефть, газ, конденсат. Главным месторождением, в котором сосредоточен основной объем запасов нефти в низкопроницаемых коллекторах, является

Оренбургское. В целом на коллектора с низкими ФЕС приходится немногим менее 90% ресурсов нефти зоны.

Перспективы Южно-Предуральской ЗНГН приурочены только к западной части одноименной нефтегазоносной области. На территории зоны рассматриваемого подкомплекса в коллекторах с низкими ФЕС открыто значительное количество месторождений, степень выработанности большинства из которых превышает 50%. В целом около 40% ресурсов нефти Южно-Предуральской ЗНГН сосредоточено в коллекторах с низкими ФЕС. Для зоны характерны как нефтяные, так и газовые скопления.

В нижнепермском подкомплексе среднекаменноугольно-нижнепермского комплекса Волго-Уральской НГП по результатам оценки извлекаемые НСР УВ в коллекторах с низкими ФЕС в пределах выделенных зон составляют около 0,4 млрд т у.т. Наибольший объем начальных суммарных ресурсов, основную долю которых составляют разведанные запасы, приходится на Соль-

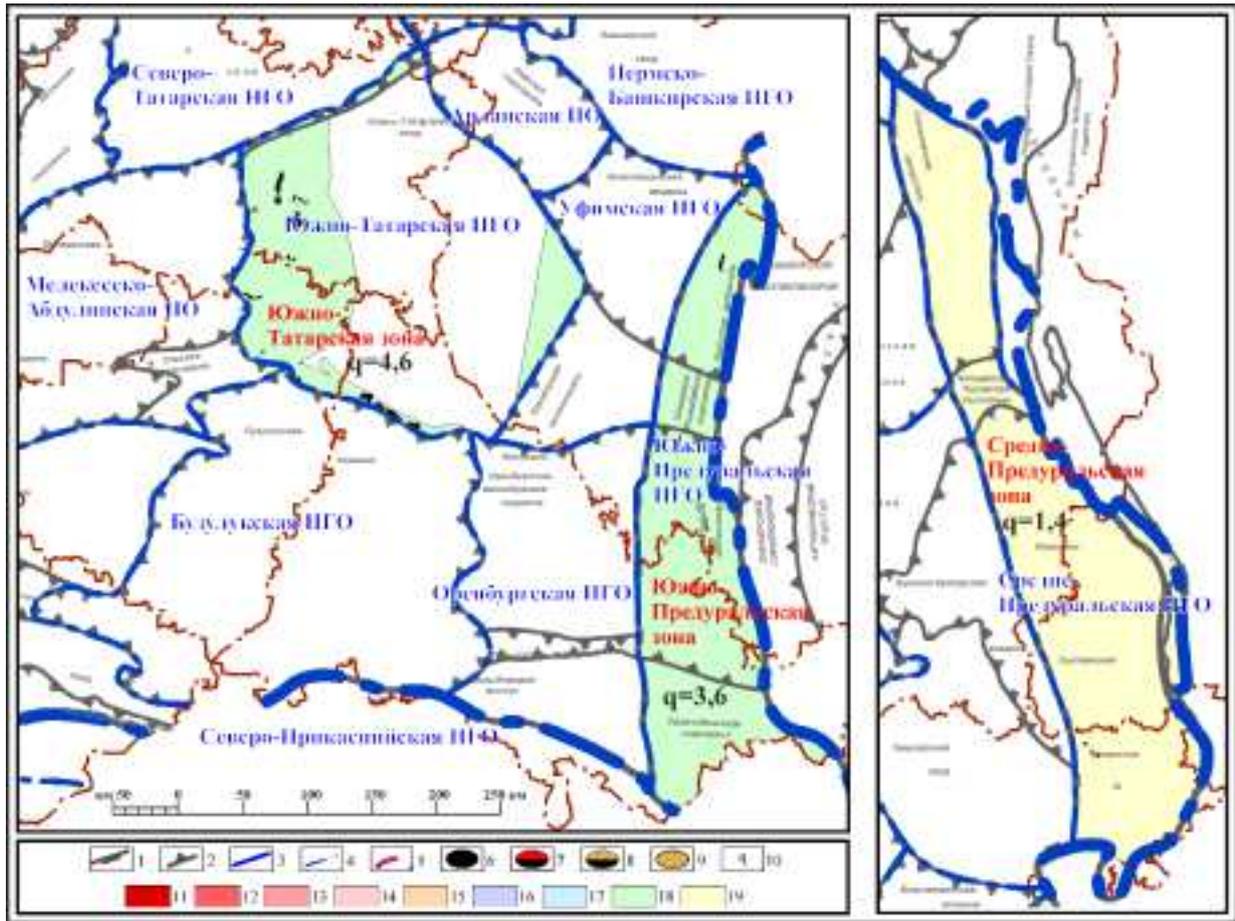


Рис. 10. Карта начальных суммарных геологических ресурсов УВ в коллекторах с низкими ФЕС нижнепермского подкомплекса среднекаменноугольно-нижнепермского НГК Волго-Уральской НГП (условные обозначения на рис. 1)

Илецкую ЗНГН – 57%, второе место занимает Бузулукская ЗНГН – 24% (рис. 11). По прогнозным извлекаемым ресурсам УВ в коллекторах с низкими ФЕС в лидеры вырывается Бузулукская зона (37%), а на долю Соль-Илецкой наряду со Средне-Предуральской приходится 22% (рис. 12). При сопоставлении с официальной количественной оценкой доля извлекаемых НСР в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах по рассматриваемому подкомплексу составляет около 14%, извлекаемых прогнозных ресурсов – порядка 19%.

По результатам количественной оценки ресурсов УВ (в коллекторах с низкими ФЕС), выделенных по преимущественно карбонатным комплексам Волго-Уральской НГП зон, построена карта перспектив (рис. 13).

Наибольшие плотности суммарных извлекаемых прогнозных ресурсов приурочены к Южно-Предуральской НГО и Соль-Илецкому выступу – 12,3 и 11,3 тыс. т/км² соответственно. Основной объем прогнозных ресурсов этих зон приходится на верхневизейско-башкирский комплекс, при этом по Южно-Предуральской НГО существенную долю ресурсов составляет свободный газ. Следующую позицию с плотностью 6,2 тыс. т/км² занимает территория Соликамской депрессии, для которой основные перспективы в равной степени связаны со среднефранско-турнейским и верхневизейско-башкирским комплексами, где сосредоточен наибольший объем как ресурсов, так и запасов. Бузулукская впадина, в пределах которой плотность составляет 3,7 тыс. т/км²,

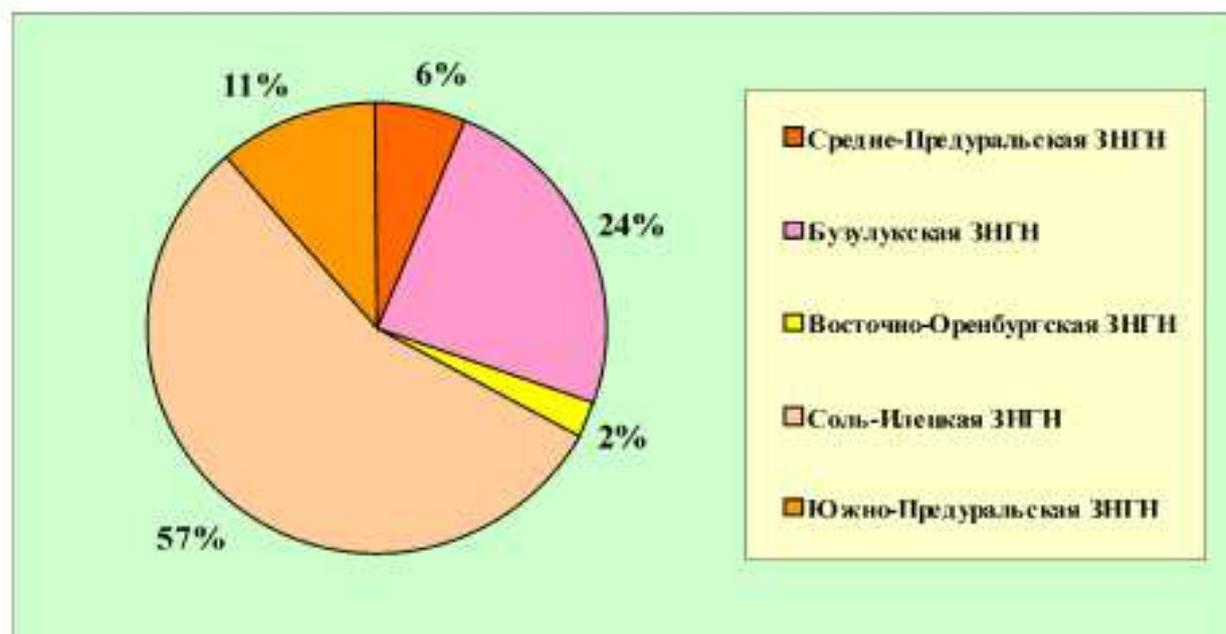


Рис. 11. Процентное соотношение начальных суммарных извлекаемых ресурсов УВ зон нефтегазоаккумуляции, связанных с коллекторами с низкими ФЕС нижнепермского подкомплекса среднекаменноугольно-нижнепермского НГК Волго-Уральской НГП

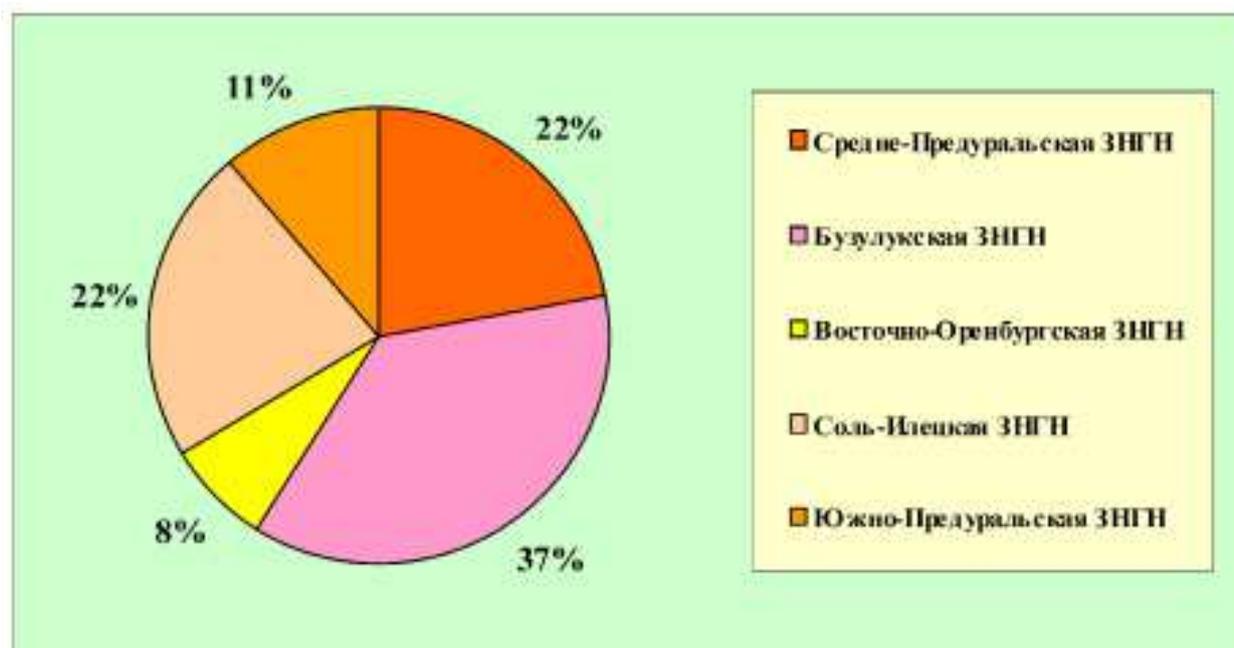


Рис. 12. Процентное соотношение прогнозных извлекаемых ресурсов УВ зон нефтегазоаккумуляции, связанных с коллекторами с низкими ФЕС нижнепермского подкомплекса среднекаменноугольно-нижнепермского НГК Волго-Уральской НГП

занимает четвертое место. Основной для впадины – среднефранско-турнейский НГК, при этом наиболее привлекательным с точки зрения поиска новых месторождений угле-

водородов является ее южное погружение. Плотности суммарных извлекаемых прогнозных ресурсов УВ в низкопроницаемых и низкопоровых коллекторах по остальным

