

НОВЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ В ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩЕ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДКАВКАЗЬЯ)

Ф.С. Ульмасвай, С.А. Добрынина, Е.А. Сидорчук

Институт проблем нефти и газа РАН

e-mail: ulmasvay@mail.ru

Старейший нефтегазоносный регион Российской Федерации – Предкавказье – имеет сложное тектоническое строение и приурочен к южной окраине Скифской плиты вместе с прилегающими горными прогибами. С севера эта территория ограничена погруженным краем Восточно-Европейской платформы. Крупным линейным тектоническим элементом, разграничивающим Восточно-Европейскую и Скифскую платформы, является Кряж Карпинского. Южным ограничением региона являются альпийские сооружения Большого Кавказа.

За долгую историю нефтегазопроисковых работ на территории Предкавказья открыто более 300 месторождений нефти и газа. Многие из этих месторождений вступили в позднюю стадию разработки. С течением времени в результате геологоразведочных работ произошло значительное уменьшение величин приростов углеводородов (УВ). Степень изученности различных тектонических элементов и литолого-стратиграфических комплексов Предкавказья неодинакова и остается значительный непоискованный УВ потенциал. Эти ресурсы распределены по многим поисковым направлениям в разнообразных геологических условиях.

В связи с этим возобновление поисков УВ на южной части Скифской плиты представляет определенный интерес. Повышение эффективности поисков требует системного изучения фактического материала на основе новейших научных исследований.

Многие годы тектонической основой для исследований служила схема нефтегазогеологического районирования, разработанная Летавиным А.И. с соавторами в 1987 г. [1]. В соответствии с ней территория Предкавказья включает 6 нефтегазовых областей (НГО), объединяющих 16 нефтегазовых районов (НГР), в которых выделены зоны нефтегазонакопления (ЗГН), характеризующиеся своими геологическими особенностями распределения нефтегазоносности по разрезу.

На территории, включающей Краснодарский и Ставропольский края, Республики Дагестан, Адыгея, Чечня, Северная Осетия – Алания, Ингушетия, Кабардино-Балкария,

Карачаево-Черкессия и Ростовскую область, проанализированы имеющиеся геологические материалы.

Анализ стратиграфических интервалов нефтегазоносности Предкавказья показал, что скопления углеводородов приурочены к отложениям от палеозоя (карбона) и триаса до неогена включительно. Выделяются шесть нефтегазовых комплексов: пермо-триасовый, юрский, нижнемеловой, верхнемеловой, палеогеновый и неогеновый [2].

Этаж продуктивности некоторых месторождений включает несколько стратиграфических комплексов. Есть месторождения, в которых продуктивен весь стратиграфический интервал.

Построены распределения известных скоплений углеводородов по глубинам и стратиграфическим комплексам с учетом типа флюида. Получено, что большинство газовых месторождений расположено на небольших глубинах до 2000 м. Преимущественное большинство нефтяных месторождений сосредоточено на больших глубинах между 2000–3000 м. Газовые месторождения, в основном, расположены в верхних интервалах неогена и палеогена, и наоборот, большинство нефтяных месторождений – в глубоких интервалах палеогена-триаса.

Зоны распространения месторождений по стратиграфическим комплексам сведены в единую карту, на которой видно, что месторождения Предкавказья образуют некоторые группы, оконтуренные областями [3–5].

В каждой из этих областей выделено преимущественное направление распространения нефтегазоносности – тренд распределения месторождений по стратиграфическим комплексам от более древних и более глубоко расположенных к более молодым и неглубоко расположенным. В результате в рассматриваемых областях определены шесть современных трендов распределения месторождений по стратиграфическим комплексам (см. таблицу).

Построены профили, показывающие изменение стратиграфического интервала нефтегазоносности месторождений УВ вдоль трендов в выделенных ареалах распространения месторождений.

Наряду с распределением по стратиграфическим комплексам проанализировано распределение месторождений по глубине, запасам и типу флюида вдоль выделенных трендов.

Современные тренды распределения месторождений по стратиграфическим комплексам

Тренд	Территория	Количество месторождений	Месторождения
1	2	3	4
I	Ставропольский край	10	Зимне-Ставкинское, Величаево-Колодезное, Путиловское, Совхозное, Южно-Серафимовское, Мирненское, Журавское, Петровско-Благодарненское, Кугутское, Казино-Грачевское
II	Краснодарский край, Адыгея, Ростовская область	28	Самурское, Нефтегорское, Восковая гора, Нефтянское, Хадыженская площадка, Северо-Тицинское, Южно-Хадыженское, Хадыженское, Кабардинское, Северо-Хадыженское, Асфальтовая гора, Широкая балка, Кура-Цеце, Камышовая балка, Кутаисское, Апчас, Абузы, Ключевое, Дыш, Калужское, Новодмитриевское, Северо-Новодмитриевское, Азовское, Северо-Западно-Афиопское, Анастасиевско-Троицкое, Гарбузовское, Западно-Калаусское, Северо-Свистельниковское
III	Краснодарский край, Адыгея, Ростовская область	10	Самурское, Майкопское, Некрасовское, Юбилейное, Ладожское, Березанское, Южно-Сердюковское, Сердюковское Южно-Ленинодарское, Ленинградское
IV	Республика Дагестан, Чечня, Северная Осетия-Алания, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия	7	Харбижинское, Заманкульское, Карабулак-Ачалкусское, Серноводское, Андреевское, Октябрьское, Гой-Кортовское
V	Дагестан, Чечня, Северная Осетия-Алания, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия	5	Малгобек-Вознесенское, Горское, Старогрозненское, Ханкальное, Гой-Кортовское
VI	Дагестан, Чечня, Северная Осетия-Алания, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия	5	Шамхал-Булак, Махачкала-Тарки, Димитровское, Ачи-Су, Избербашское

Анализ тренда I показал, что месторождения более древних стратиграфических комплексов расположены на большей глубине (рис. 1, а). Четко прослеживается уменьшение стратиграфического интервала нефтегазоносности вдоль тренда распространения месторождений углеводородов. На рис. 1, б, в, г соответственно приведено распределение запасов газа, жидких и общих запасов углеводородов вдоль тренда I. На этих распределениях наблюдается тенденция увеличения запасов газа, уменьшения запасов жидких и общих запасов углеводородов вдоль тренда. На рис. 2, а, б показаны гистограммы распределений общих запасов и дифференцированно газа и жидких УВ. В целом, достаточно четко видно уменьшение запасов УВ по профилю. Величины запасов газа по Мирненскому и нефти по Совхозному, Южно-Серафимовскому месторождениям оказались ниже ожидаемых значений, а по Журавскому месторождению смещены от ожидаемых в сторону высоких значений.

Распределение по глубине и стратиграфии нефтегазовых месторождений тренда II в целом характеризуется аналогичными закономерностями, выявленными для тренда I. Месторождения более древних стратиграфических комплексов расположены на большей глубине. Но встречаются месторождения более молодых палеогенового и неогенового стратиграфических комплексов, которые находятся на большой глубине (около 5 км), из которых наиболее наглядные Северо-Западно-Афипское, Северо-Новодмитриевское, Анастасиевско-Троицкое. Подтверждается уменьшение стратиграфического интервала нефтегазоносности вдоль профиля тренда распространения месторождений УВ (рис. 3, а). На рис. 3, б, в, г соответственно приведено распределение запасов газа, жидких и общих запасов углеводородов вдоль тренда II. На графиках наблюдается тенденция увеличения запасов газа, как и для тренда I. Следует отметить, что тренд начинается от месторождений в более древних стратиграфических комплексах (Самурское), расположенных на наименее разведанной и изученной территории Предкавказья, где размещено значительно меньшее количество открытых месторождений углеводородов. Однако величина запасов жидких УВ в начале тренда имеет один порядок с величиной запасов жидких углеводородов вдоль всего тренда, причем в основном месторождения приурочены к одному стратиграфическому горизонту – палеогеновому комплексу Pg₃. На рис. 4, а, б показаны гистограммы распределений общих запасов и дифференцированно газа и жидких УВ. Для месторождений тренда II характерно увеличение общих запасов УВ по профилю тренда, что определяется, прежде всего, увеличением запасов газа.

Для тренда III (рис. 5, а) соблюдается закономерность расположения месторождений более древних стратиграфических комплексов на большей глубине. Тем не менее, Ладожское месторождение и меловая залежь Самурского месторождения несколько выбиваются из общей тенденции. Закономерность изменения этажа нефтегазоносности вдоль выделенного тренда не прослеживается, что, вероятно, связано с недоразведанностью месторождений. Анализ распределения запасов газа, жидких и общих запасов углеводородов (рис. 5, б, в, г) и гистограмм распределений общих запасов УВ и дифференцированно газа и жидких УВ (рис. 6, а, б) тренда III показал, что в целом наблюдается уменьшение запасов углеводородов по профилю. Это определяется, прежде всего, уменьшением запасов газа вдоль тренда в меловом комплексе К₁, в котором расположено большее количество открытых месторождений. Часть месторождений (Самурское, Ладожское, Южно-Сердюковское) по величине запасов не дотягивают до общей тенденции.

На распределении нефтегазовых месторождений тренда IV по глубине и стратиграфии проявляются те же закономерности расположения месторождений в более древних стратиграфических комплексах на больших глубинах (рис. 7, а). Проявляется увеличение глубин месторождений в одних и тех же стратиграфических комплексах от Малгобек-Вознесенского до Гой-Кортовского месторождений. Тенденции уменьшения этажа нефтегазоносности не прослеживается. Тренд IV, возможно, из-за неполного наличия данных получился коротким. На распределении запасов газа, жидких и общих запасов углеводородов (рис. 7, б, в, г) и гистограммах распределений общих запасов УВ и дифференцированно газа и жидких углеводородов (рис. 7, д, е) тренда IV в целом наблюдается общая тенденция уменьшения как общих запасов УВ, так и запасов нефти и газа. Запасы жидких углеводородов Горского и в целом запасы Ханкальского месторождений наблюдаются ниже ожидаемых значений, исходя из общей картины тренда.

Для тренда V закономерности расположения месторождений в более древних стратиграфических комплексах на больших глубинах аналогичны закономерностям для вышеописанных трендов (рис. 8, а). Анализируя данное распределение, можно выделить две области изменения этажа нефтегазоносности по глубинам: 1 – Гой-Кортовское и меловые-юрские отложения Октябрьского и Андреевского месторождений, 2 – Серноводское, Карабулак-Ачалукское, Заманкульское, Харбижинское. Месторождение

Андреевское заметно выделяется из общей картины. На рис. 8, в, г, д, е наблюдается нечеткая тенденция увеличения запасов УВ вдоль линии тренда V за счет увеличения запасов нефти. Закономерность в распределении запасов газа отсутствует из-за того, что данные по запасам газа есть только по одному месторождению Карабулак-Ачалукскому. Величины запасов УВ Андреевского и Серноводского месторождений наблюдаются ниже ожидаемых значений, исходя из общей картины тренда.

Закономерность расположения месторождений в более древних стратиграфических комплексах на больших глубинах, аналогичная закономерностям для трендов I – V, сохраняется и для нефтегазовых месторождений тренда VI (рис. 9, а). Тенденция уменьшения стратиграфического этажа нефтегазоносности существует, хотя месторождение Шамхал-Булак несколько выпадает из этой тенденции. На распределении запасов газа, жидких и общих запасов углеводородов (рис. 9, б, в, г) и гистограммах распределений общих запасов УВ и дифференцированно газа и жидких УВ (рис. 9, д, е) вдоль линии тренда VI в целом наблюдается уменьшение запасов по профилю. Отдельно по запасам газа и жидких углеводородов определенной тенденции не прослеживается (слишком мало месторождений в тренде). Одно четко видно – то, что из тенденции сильно выпадают месторождения Димитровское и Ачи-Су.

Анализ приведенных распределений подтвердил существование определенных закономерностей распределения нефтегазовых месторождений в осадочной толще изучаемой территории [6]. В оконтуренных областях месторождений углеводородов вдоль линии трендов прослеживается приуроченность месторождений углеводородов в более древних комплексах к большей глубине. Не соответствуют этой закономерности месторождения II-го тренда, расположенные на северном борту Западно-Кубанского прогиба, где наиболее глубокие палеогеновые и неогеновые отложения, толщина которых может достигать более 3 км. Также вдоль трендов в целом наблюдается уменьшение этажа нефтегазоносности. Невыполнение этого вывода для месторождений тренда III, вероятно, связано с их недоразведанностью. Величина запасов вдоль линий трендов распространения месторождений имеет тенденцию уменьшения в случае преобладания жидких углеводородов. В случае преобладания газа величина запасов вдоль линии тренда имеет тенденцию увеличения (такая ситуация хорошо прослеживается для месторождений II-го тренда). Надо отметить, что в данном случае величина запасов увеличивается в соответствии с большой мощностью продуктивных отложений палеогена и неогена.

Наиболее полный тренд распространения месторождений УВ наблюдается в Ставропольском крае, где четко прослеживаются выявленные закономерности распределения месторождений углеводородов по стратиграфическим комплексам, глубине и запасам. На всех трендах выделены месторождения, которые выпадают по численным значениям из описанных тенденций. В таких случаях могут быть неопределенные залежи в тех же и неоткрытые залежи в соседних стратиграфических комплексах. Построение и анализ вышеописанных распределений открытых месторождений дает возможность оценить перспективы нефтегазоносности и повысить эффективность поисково-разведочных работ уже в известных старых нефтегазоносных районах.

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Фундаментальные проблемы геологии, геохимии и гидрогеологии нефтегазоносных осадочных бассейнов. Обоснование значимых факторов эффективного прогноза крупных скоплений УВ в неструктурных условиях», № АААА-А16-116022510269-5).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Летавин А.И., Орел В.Е., Чернышев С.М. и др.* Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. М.: Наука, 1987. 94 с.
2. *Сидорчук Е.А.* Новые направления геологоразведочных работ на территории старых газодобывающих районов Европейской части России // Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России до 2030 года: Сб. науч. тр. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2010. С. 76–83.
3. *Ульмасвай Ф.С., Сидорчук Е.А., Добрынина С.А.* Геодинамический фактор в распределении скоплений углеводородов в осадочной толще Предкавказья // Геология, география и глобальная энергия. 2013. № 2(49). С. 60–71.
4. *Ульмасвай Ф.С., Добрынина С.А., Налимова Н.А., Сидорчук Е.А.* Локальная геодинамика нефтегазоносных осадочных бассейнов // Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности: Материалы Всерос. конф., посвященной 20-летию ИПНГ РАН. М., 2007. С. 166–178.
5. *Ульмасвай Ф.С., Рыжков В.И., Сидорчук Е.А.* Методология прогнозирования высокопродуктивных участков и зон обводнения в природных резервуарах нефти и газа сложного литологического состава на основе геодинамической неоднородности // Проблемы геологии природного газа России и сопредельных стран: Сб. науч. тр. М.: ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ». 2005. С. 212–215.

6. Ульмасвай Ф.С., Добрынина С.А., Козлов А.В. Изучение скоплений углеводородов полуострова Крым [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа: Науч. сет. изд. 2016. Вып. 1(13). 8 с. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru> (Дата обращения 10.05.2017).

ПРИЛОЖЕНИЕ

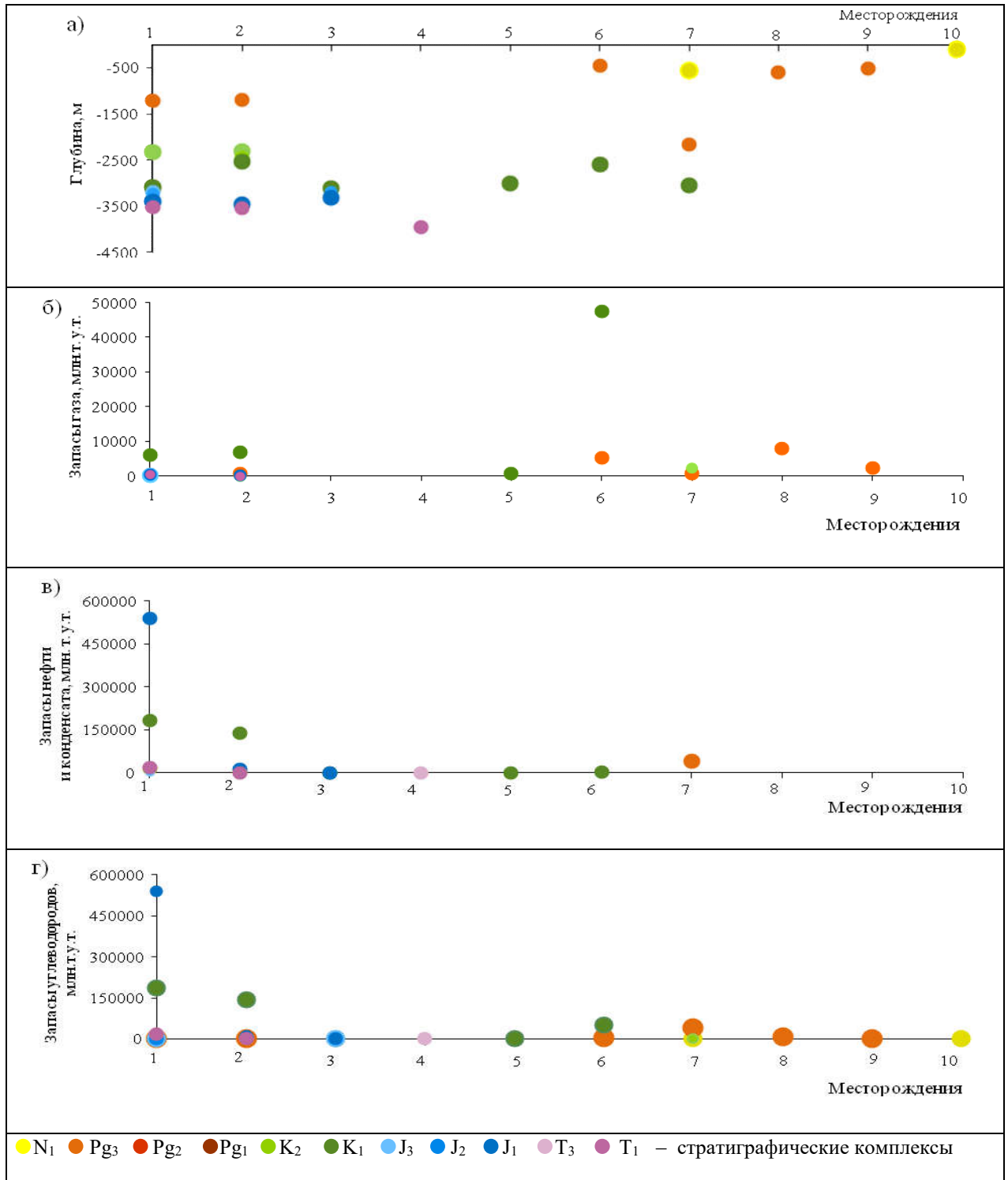


Рис. 1. Распределение нефтегазовых месторождений вдоль линии тренда I: а) по глубине и стратиграфии продуктивных отложений; б) по запасам газа; в) по запасам жидких углеводородов; г) по суммарным запасам углеводородов. Месторождения: 1 – Зимне-Ставкинское; 2 – Величаевско-Колодезное; 3 – Путиловское; 4 – Совхозное; 5 – Южно-Серафимовское; 6 – Мирненское; 7 – Журавское; 8 – Петрово-Благодарненское; 9 – Кугутское; 10 – Казино-Грачевское

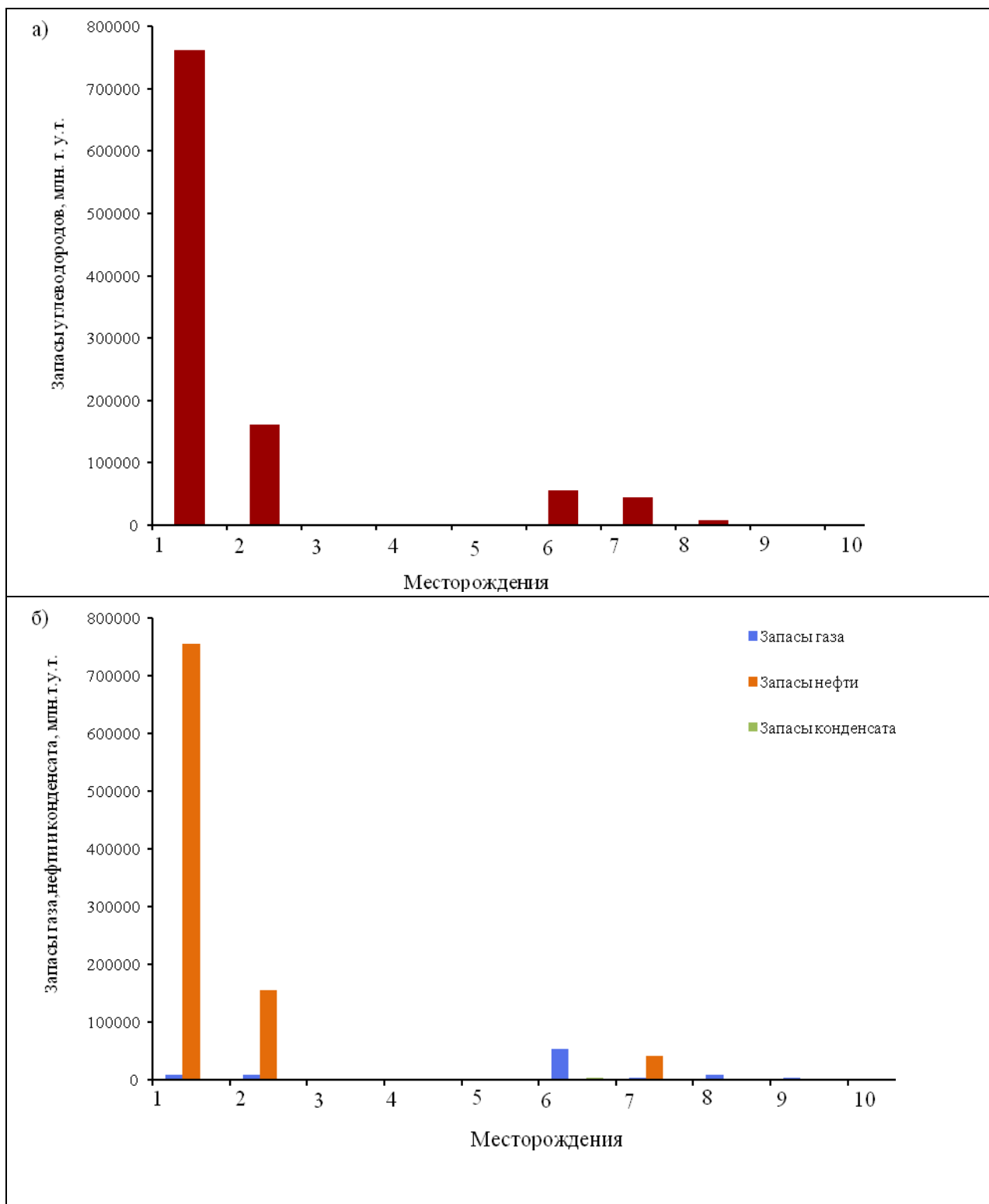


Рис. 2. Гистограммы распределения: а) общих запасов углеводородов; б) запасов газа, нефти и конденсата нефтегазовых месторождений вдоль тренда I. Месторождения: 1 – Зимне-Ставкинское; 2 – Величаевско-Колодезное; 3 – Путиловское; 4 – Совхозное; 5 – Южно-Серафимовское; 6 – Мирненское; 7 – Журавское; 8 – Петрово-Благодарненское; 9 – Кугутское; 10 – Казино-Грачевское

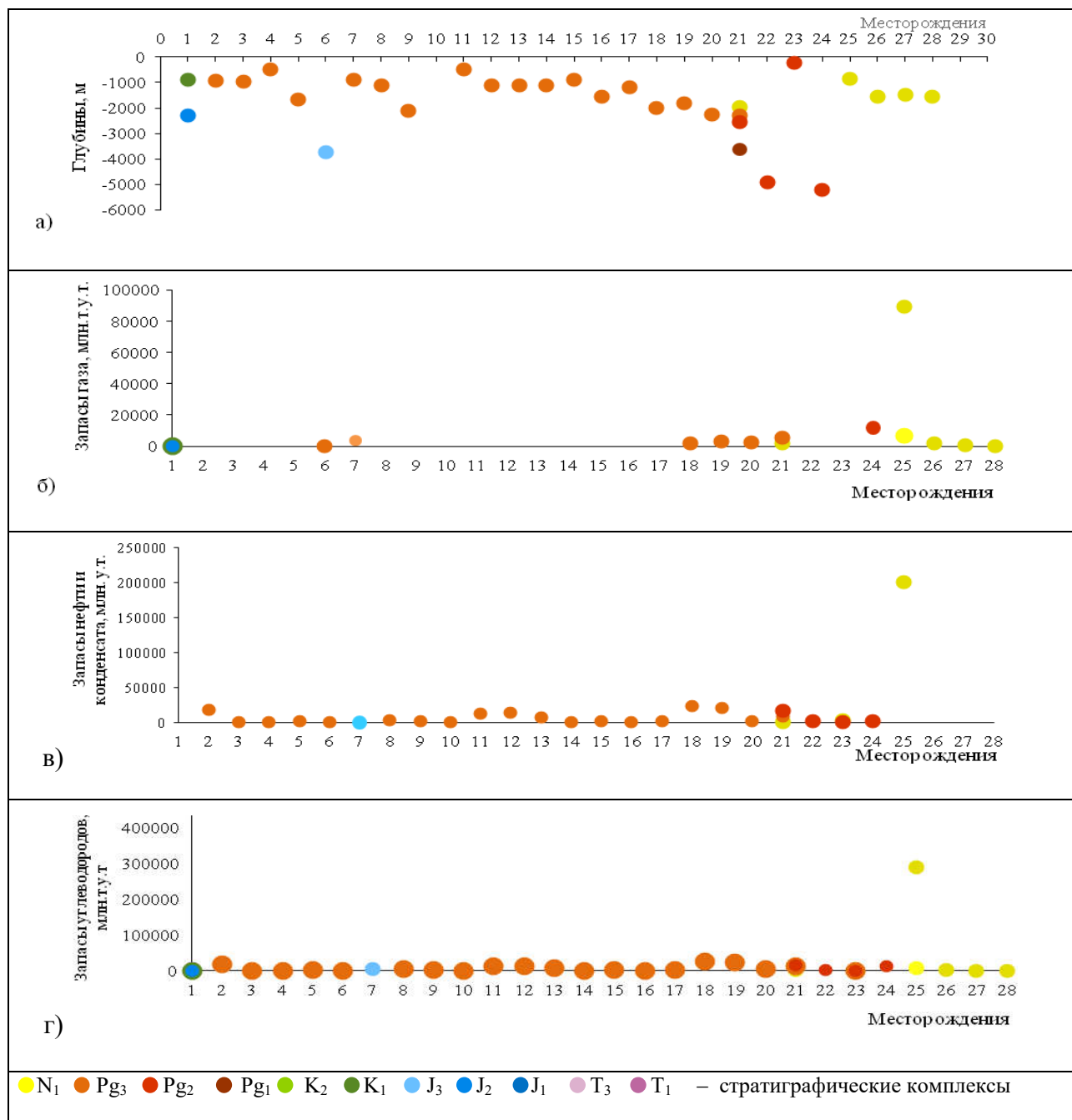


Рис. 3. Распределение нефтегазовых месторождений вдоль линии тренда II: а) по глубине и стратиграфии продуктивных отложений; б) по запасам газа; в) по запасам жидких углеводородов; г) по суммарным запасам углеводородов. Месторождения: 1 – Самурское, 2 – Нефтегорское, 3 – Восковая гора, 4 – Нефтянская, 5 – Хадыженская площадка, 6 – Северо-Тицинское, 7 – Южно-Хадыженское, 8 – Ходыженское, 9 – Кабардинское, 10 – Северо-Хадыженское, 11 – Асфальтовая гора, 12 – Широкая балка, 13 – Кура-Цеце, 14 – Камышовая балка, 15 – Кутаисское, 16 – Апчас, 17 – Абузы, 18 – Ключевое, 19 – Дыш, 20 – Калужское, 21 – Новодмитриевское, 22 – Северо-Новодмитриевское, 23 – Азовское, 24 – Северо-Западно-Афиопское, 25 – Анастасиевско-Троицкое, 26 – Гарбузовское, 27 – Западно-Калаусское, 28 – Северо-Свистельниковское

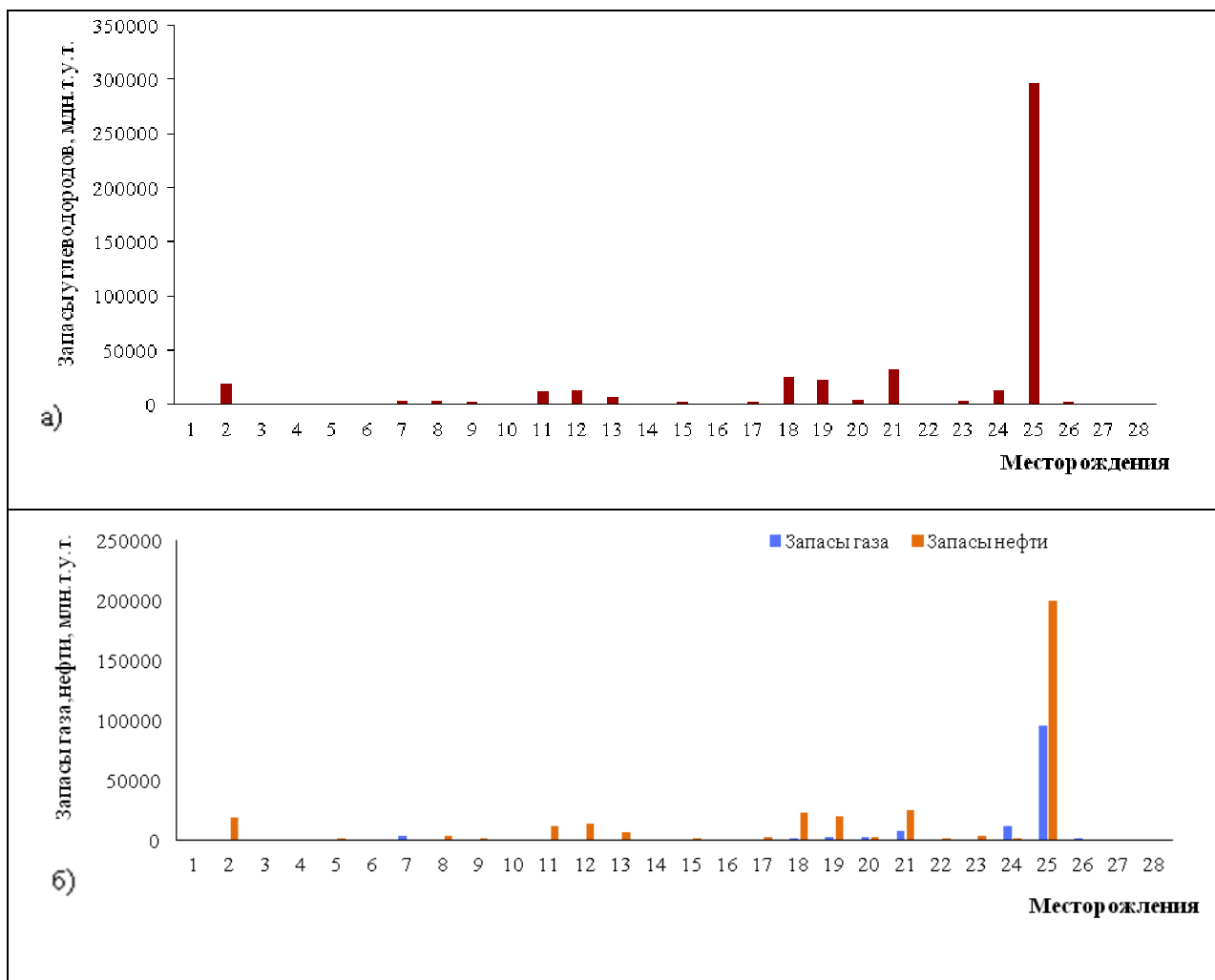


Рис. 4. Гистограммы распределения: а) общих запасов углеводородов; б) запасов газа, нефти и конденсата нефтегазовых месторождений вдоль тренда II. Месторождения: 1 – Самурское, 2 – Нефтегорское, 3 – Восковая гора, 4 – Нефтянская, 5 – Хадыженская площадка, 6 – Северо-Тицинское, 7 – Южно-Хадыженское, 8 – Хадыженское, 9 – Кабардинское, 10 – Северо-Хадыженское, 11 – Асфальтовая гора, 12 – Широкая балка, 13 – Кура-Цеце, 14 – Камышовая балка, 15 – Кутаисское, 16 – Апчас, 17 – Абузы, 18 – Ключевое, 19 – Дыш, 20 – Калужское, 21 – Новодмитриевское, 22 – Северо-Новодмитриевское, 23 – Азовское, 24 – Северо-Западно-Афиопское, 25 – Анастасиевско-Троицкое, 26 – Гарбузовское, 27 – Западно-Калаусское, 28 – Северо-Свистельниковское

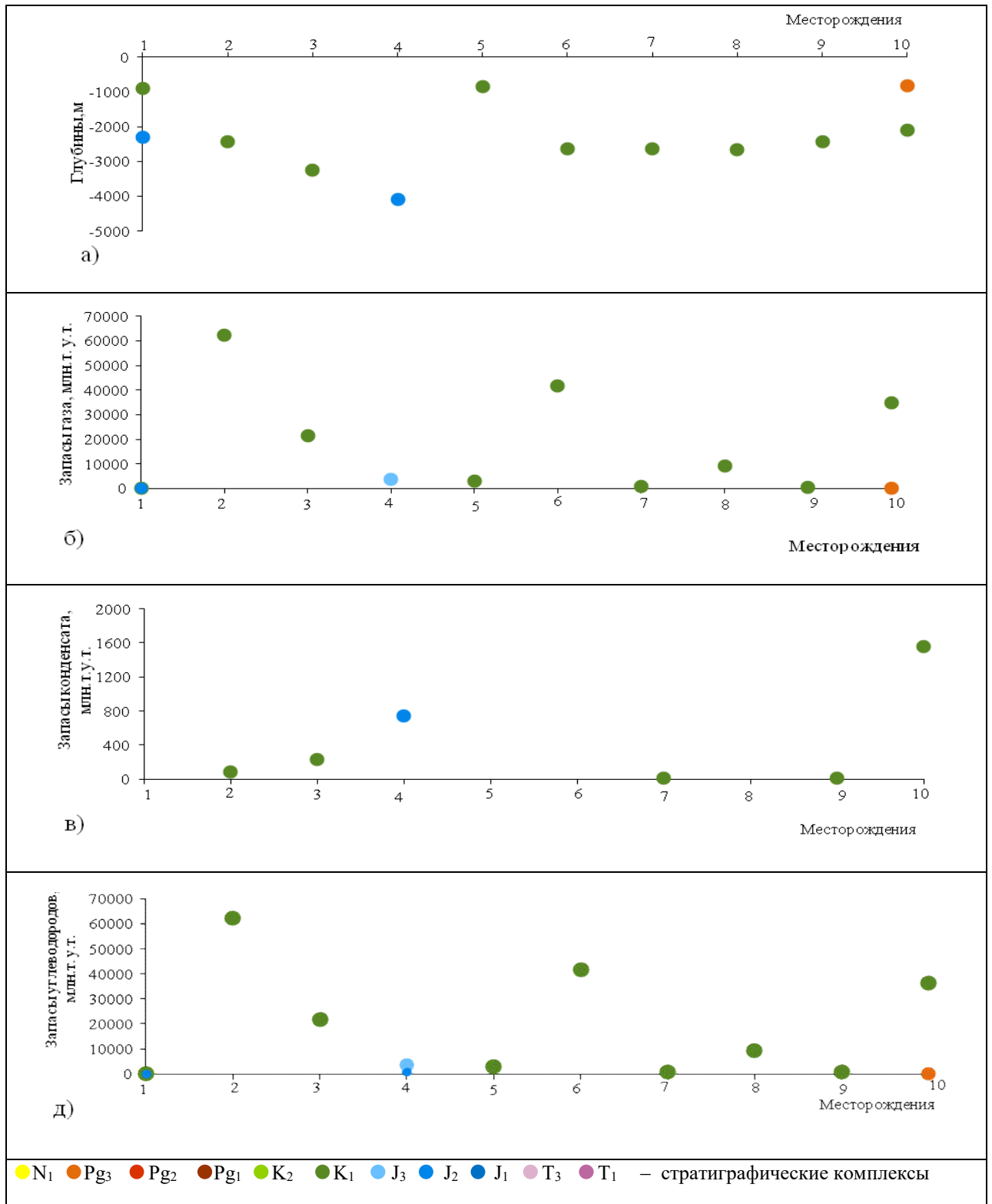


Рис. 5. Распределение нефтегазовых месторождений вдоль линии тренда III: а) по глубине и стратиграфии продуктивных отложений; б) по запасам газа; в) по запасам жидких углеводородов; г) по суммарным запасам углеводородов. Месторождения: 1 – Самурское; 2 – Майкопское; 3 – Некрасовское; 4 – Юбилейное; 5 – Ладожское; 6 – Березанское; 7 – Южно-Сердюковское; 8 – Сердюковское; 9 – Южно-Ленинодарское; 10 – Ленинградское

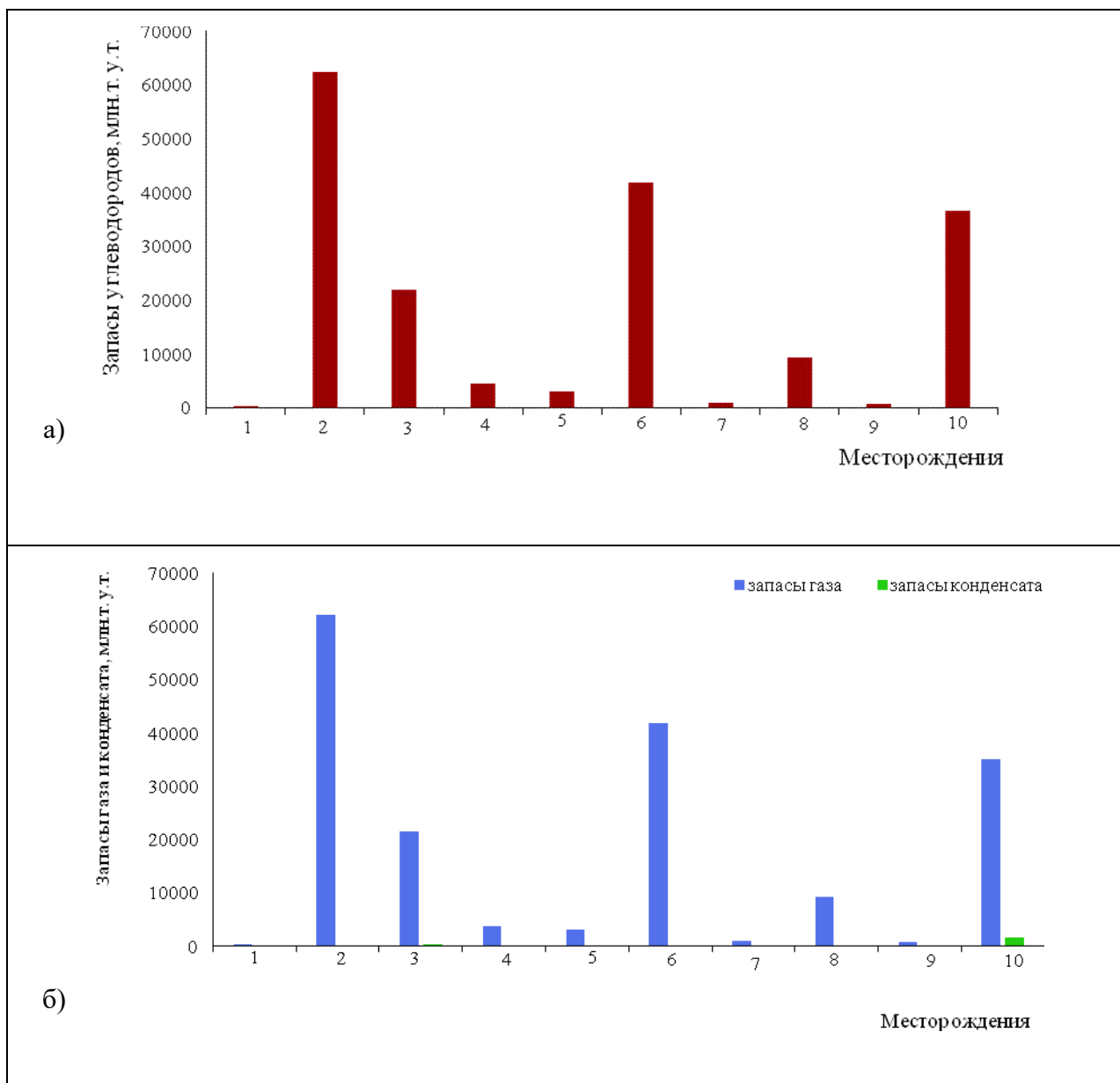


Рис. 6. Гистограммы распределения: а) общих запасов углеводородов; б) запасов газа, нефти и конденсата нефтегазовых месторождений вдоль тренда III. Месторождения: 1 – Самурское; 2 – Майкопское; 3 – Некрасовское; 4 – Юбилейное; 5 – Ладожское; 6 – Березанское; 7 – Южно-Сердюковское; 8 – Сердюковское; 9 – Южно-Ленинодарское; 10 – Ленинградское

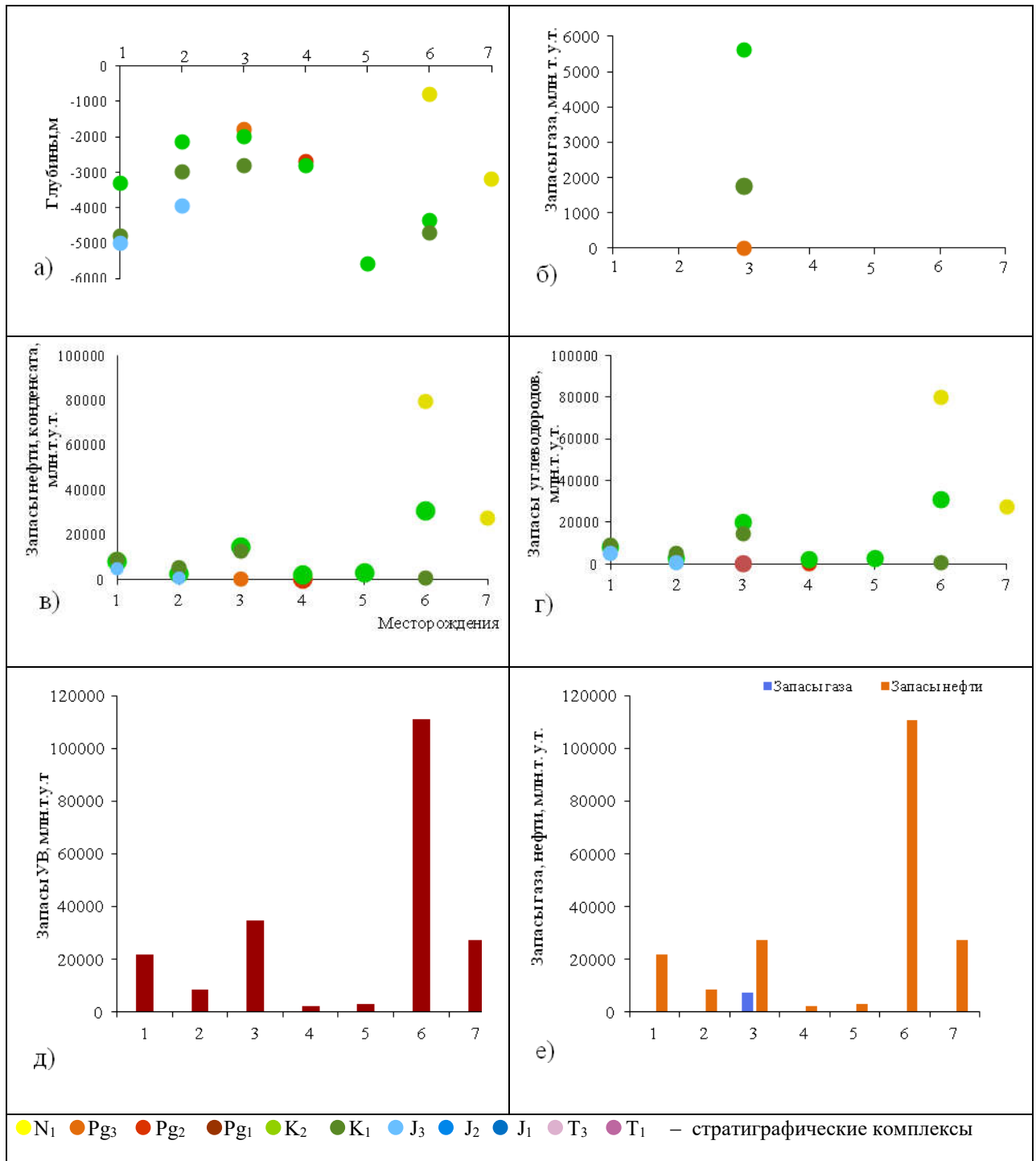


Рис. 7. Распределение нефтегазовых месторождений вдоль линии тренда IV: а) по глубине и стратиграфии продуктивных отложений; б) по запасам газа; в) по запасам жидких углеводородов; г) по суммарным запасам углеводородов; д) гистограмма распределения общих запасов углеводородов; е) гистограмма распределения запасов газа, нефти и конденсата нефтегазовых месторождений. Месторождения: 1 – Харбижанское; 2 – Заманкульское; 3 – Карабулак-Ачалукское; 4 – Серноводское; 5 – Андреевское; 6 – Октябрьское; 7 – Гой-Кортковское

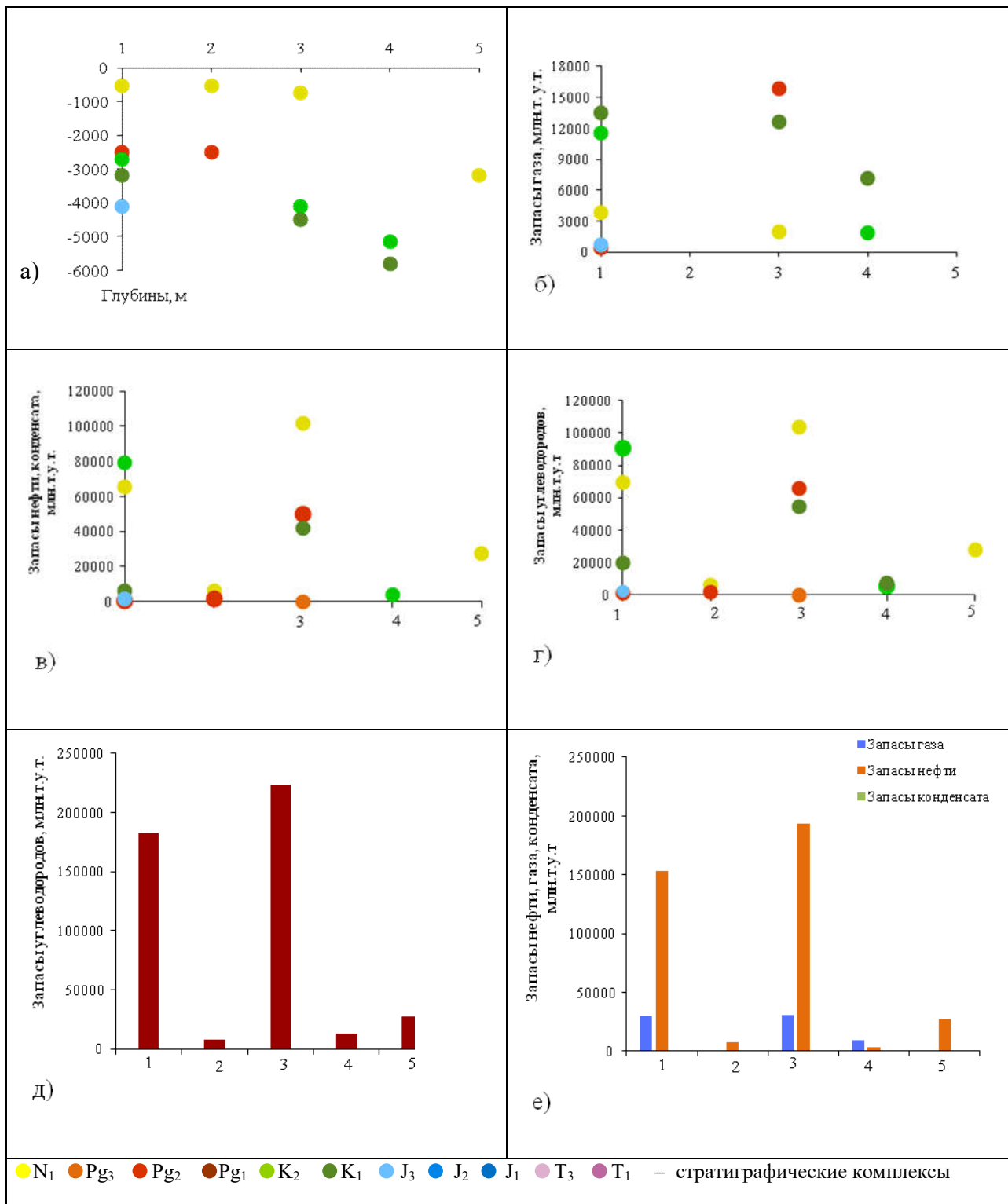


Рис. 8. Распределение нефтегазовых месторождений вдоль линии тренда V: а) по глубине и стратиграфии продуктивных отложений; б) по запасам газа; в) по запасам жидких углеводородов; г) по суммарным запасам углеводородов; д) гистограмма распределения общих запасов углеводородов; е) гистограмма распределения запасов газа, нефти и конденсата нефтегазовых месторождений. Месторождения: 1 – Малгобек-Вознесенское; 2 – Горское; 3 – Старогрозненское; 4 – Ханкальское; 5 – Гой-Кортовское

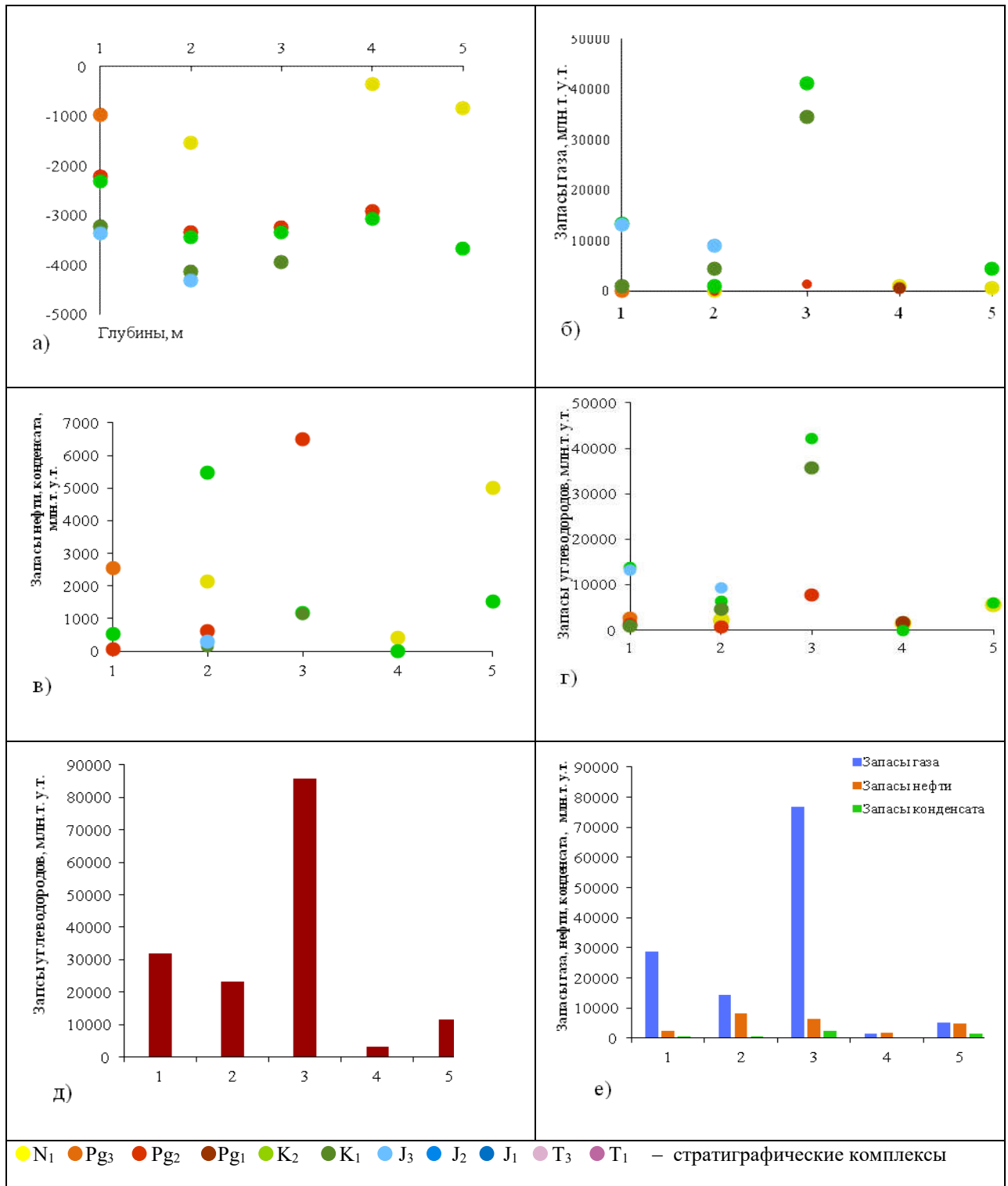


Рис. 9. Распределение нефтегазовых месторождений вдоль линии тренда VI: а) по глубине и стратиграфии продуктивных отложений; б) по запасам газа; в) по запасам жидких углеводородов; г) по суммарным запасам углеводородов; д) гистограмма распределения общих запасов углеводородов; е) гистограмма распределения запасов газа, нефти и конденсата нефтегазовых месторождений. Месторождения: 1 – Шамхал-Булак; 2 – Махачкала-Тарки; 3 – Димитровское; 4 – Ачи-Су; 5 – Избербашское