



## Элементный состав гетероатомных соединений битумоидов террагенного органического вещества верхнепалеозойского комплекса Вилюйской гемисинеклизы

К. В. Долженко<sup>1</sup>, И. Д. Попова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup> Геолого-геофизический факультет, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, г. Новосибирск, Россия



### ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

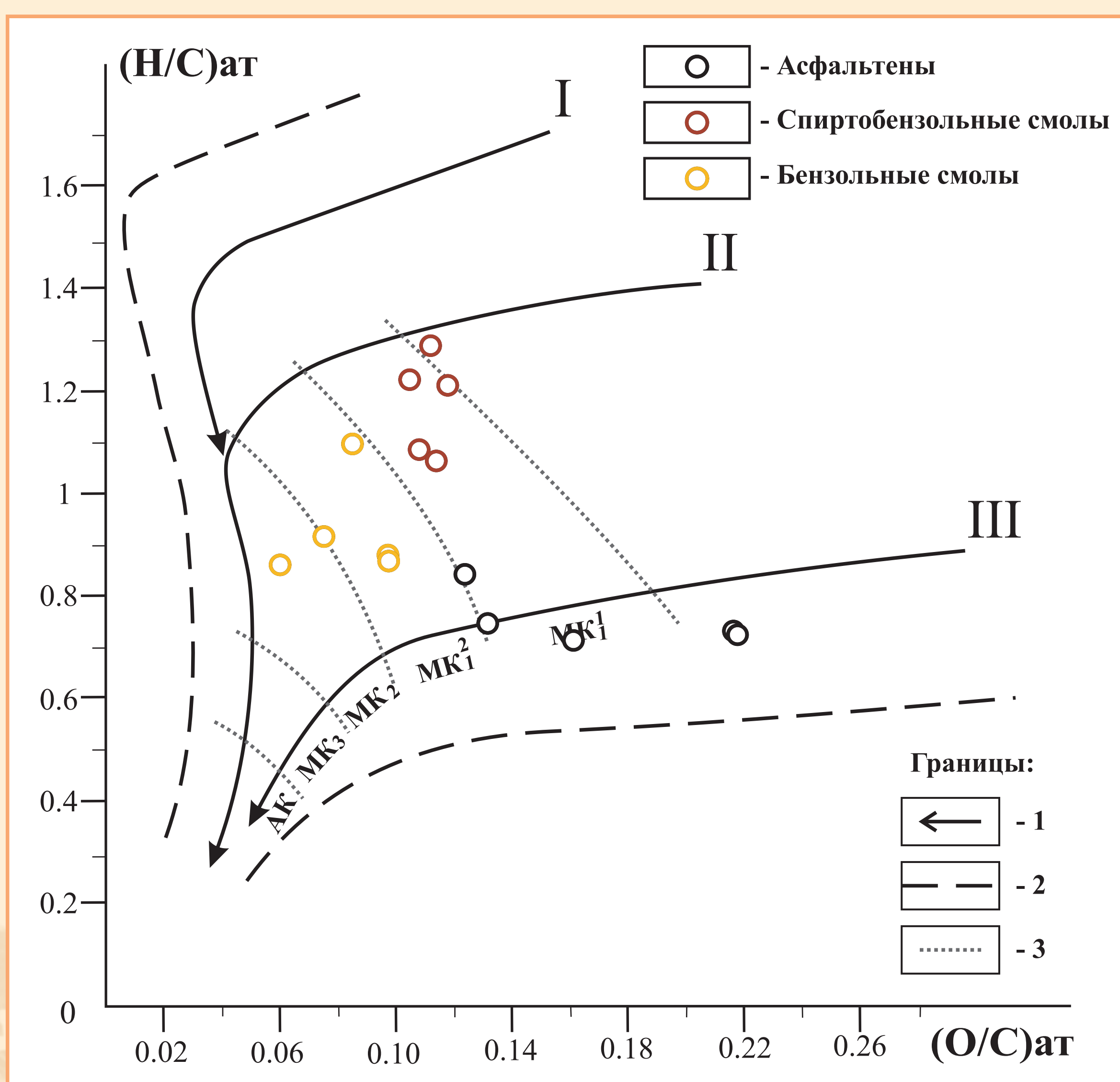
Определение генетического типа ОВ является одной из важных задач геохимических исследований, т.к. необходимо для характеристики основных параметров и закономерностей генерации [1]. Одним из методов для определения генезиса является изучение элементного состава компонент битумоида, основанное на установленном родстве керогена и асфальтенов [2, 3]. Цель настоящей работы подтвердить на примере коллекции образцов террагенного ОВ Вилюйской гемисинеклизы достоверность проводимых ранее исследований и выделить характерные особенности изученного ОВ.

### МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для исследования послужила коллекция из 5 образцов керна из сверхглубокой скв. Средневилюйская-27 (3370-4370 м). Выделение битумоида из пород, определение группового состава и элементный анализ был выполнен в лаборатории геохимии нефти и газа ИНГГ СО РАН. Ранее здесь уже были выполнены работы по пиролитическим и биомаркерным исследованиям всего разреза верхнепалеозойского комплекса, вскрытого скважиной [4, 5]. Методика изучения ОВ включала в себя экстракцию битумоида холодным хлороформом, после на хроматографических колонках проходило разделение на фракции, включающее осаждение асфальтенов, а также разделение УВ и смол растворителями с разной реакционной способностью. Элементный анализ смол и асфальтенов был выполнен на анализаторе модели EA 1110.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ АСФАЛЬТЕНОВ

В ходе работы был изучен элементный состав гетероатомных соединений битумоидов рассеянного ОВ верхнепалеозойского комплекса Вилюйской гемисинеклизы. Все образцы согласно определениям отражательной способности витринита и пиролитического показателя  $T_{max}$  относятся к области середины-конца мезокатагенеза [4, 5]. На основании литературных данных, включающих показатели углеводородов-биомаркеров (УВ-БМ) и определения изотопного состава, тип ОВ – террагенный [5, 6, 7]. Установлено, что по содержанию основных элементов асфальтенов попадают в область террагенного ОВ (рис. 1, 2). Средние содержания элементов: С – 76.63%, Н – 4.80%, О – 17.19%, S – 0.46%, N – 0.92%. Атомарное отношение водорода к углероду варьирует от 0.84 до 0.71, среднее  $(H/C)_{ат}$  – 0.75. Полученные нами данные не противоречат установленным ранее закономерностям [1, 2, 3], но имеют значительное повышение в содержании кислорода (практически в два раза), что несколько меняет долевые отношения элементов. Такое отличие может быть объяснено более окислительными обстановками при седиментогенезе. На данном этапе исследований не удалось однозначно определить уровень зрелости по данным элементного состава асфальтенов, т.к. наиболее погруженные образцы (конец МК) попали в область крайне незрелого вещества (см. рис. 1). Ранее были описаны процессы изменения структуры асфальтенов, вплоть до полного выпадения в нерастворимый остаток [5], что может быть причиной имеющихся колебаний.



**Рис.2.** Распределение характеристик гетероатомной компоненты изученных битумоидов на диаграмме Ван-Кревелена: 1 – граница поля распространения характеристик керогена; 2 – ориентировочные границы градиций катагенеза (по [1]); 3 – линии эволюции основных генетических типов керогена.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СМОЛ

Согласно результатам, полученным для фракций бензольных и спиртобензольных смол, они попадают в область определения вещества аквагенного генезиса (см. рис. 1). Средние содержания элементов: С – 82.90%, Н – 6.37%, О – 9.13%, S – 1.21%, N – 0.39% для бензольных; С – 78.65%, Н – 7.68%, О – 11.65%, S – 1.03%, N – 0.99% для спиртобензольных. Атомарное отношение водорода к углероду  $(H/C)_{ат}$  варьирует от 1.09 до 0.86, среднее – 0.92 для бензольных, и от 1.21 до 1.06, среднее  $(H/C)_{ат}$  – 1.17 для спиртобензольных. Примечательно, что именно бензольные смолы показывают прогрессирующую карбонизацию (см. рис. 1). В работе [8] отмечается, что вторичный крекинг нафтенов может иметь важную роль в проявлении главной фазы газообразования при высоких градициях катагенеза, поэтому учёт их элементного состава и знание о водородосодержании могут помочь при подсчётах объёмов генерации, что является важной частью прогноза новых зон нефтегазоаккумуляции и переоценки уже разрабатываемых.

### ВЫВОДЫ

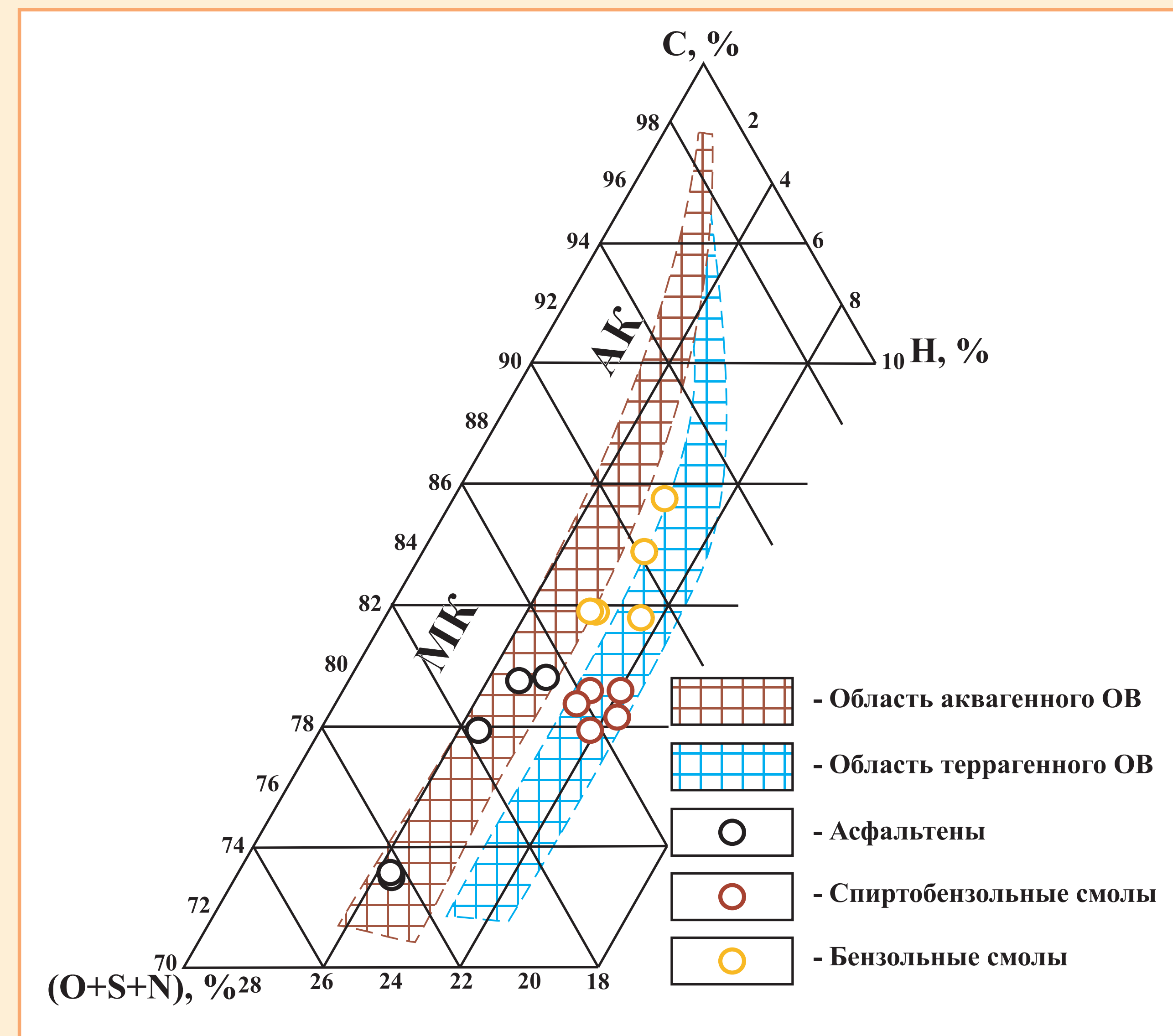
В результате работы было подтверждено определение генетического типа ОВ по элементному составу асфальтенов для террагенного ОВ Вилюйской гемисинеклизы, но его катагенетические преобразования в области, близкой к концу мезокатагенеза, требуют дальнейших исследований. Также во фракциях смол отмечено водородосодержание на уровне керогена аквагенного генезиса градиций МК<sub>1</sub><sup>2</sup>-МК<sub>2</sub> (согл. построениям [1]), что следует учитывать при расчете вторичного крекинга нафтенов в позднем катагенезе с целью уточнения прогноза скопления газа на территории объекта исследования, где верхнепалеозойский комплекс обладает значительной мощностью.

### ВВЕДЕНИЕ

В работе изучалось террагенное ОВ пермского возраста, полученное из сверхглубокой скв. Средневилюйская-27 (Вилюйская гемисинеклиза, Восточная Сибирь). Скважина пробурена в пределах Хапчагайского вала – крупнейшей положительной структуры гемисинеклизы. В административном плане район исследования расположен на территории республики Саха (Якутия). В изученном интервале (3370-4370 м) разрез представлен кюндейской (kn), харыйаской (hr), хомустанской (hm) и кубалангдинской (kb) толщами (таб. 1). Отложения являются терригенными, угленосными. Начиная с 70-х годов группами ученых-геохимиков уже были установлены: террагенный тип ОВ, положение изучаемого разреза в позднем мезокатагенезе, некоторые особенности группового и молекулярного составов битумоидов [4-7]. Изучение ОВ на всех стадиях его преобразования позволит уточнить оценки нефтегазоносности недр, что обуславливает актуальность данной работы. В рамках представленного исследования был изучен элементный состав гетероатомных соединений битумоидов рассеянного органического вещества (РОВ) (в диапазоне 3370-4370 м, МК<sub>1</sub>-МК<sub>2</sub>). Установлено, что асфальтены рассматриваемой коллекции попадают в область определения органического вещества (ОВ) террагенного типа и имеют повышенное содержание кислорода. В свою очередь, фракции смол по соотношению основных элементов отвечают ОВ аквагенного генезиса.

Свита	Глубина (м)	T <sub>max</sub> °C	Катагенез	PI	С <sub>орг</sub> , ср.знач. %	Ср. знач. в <sub>кл</sub> , %
kn, P <sub>2</sub>	3226-3480	444-447	ГЗН	0,13-0,22	2,68	0,0792
hr, P <sub>2</sub>	3480-3887	450-460	Конец ГЗН	0,05-0,13	1,60	0,0526
hm, P <sub>2</sub>	3887-4305	>460	ГЗГ	0,13-0,35	1,56	0,0377
kb, P <sub>1</sub>	4305-4696	>460		0,07-0,21	3,05	0,0320

**Таб.1.** Характеристики ОВ верхнепалеозойского комплекса.



**Рис.1.** Тригонограмма элементного состава смол и асфальтенов (по [1]).

### Список литературы:

- Богородская Л.И. Кероген: Методы изучения, геохимическая интерпретация / Л.И. Богородская, А.Э. Конторович, А.И. Ларичев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 254 с.
- Борисова Л.С. Методические рекомендации по схеме изучения асфальтенов для целей диагностики нефтематеринских пород и количественной оценки перспектив нефтегазоносности / Л.С. Борисова, А.Э. Конторович. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 1991. – 30 с.
- Борисова Л.С. Асфальтены – наследники генетического кода керогена / Л.С. Борисова // Геология нефти и газа. – 2016 – № 6 – С. 75-78.
- Долженко К.В. Геохимическая характеристика террагенного органического вещества верхнепалеозойского комплекса Вилюйской синеклизы и некоторые особенности его преобразования под действием термобарических условий больших глубин / К.В. Долженко, А.Н. Фомин, В.Н. Меленевский // Георесурсы. – 2019. – Т. 21. – № 4. – С. 77-84.
- Конторович А.Э. Закономерности преобразования террагенного органического вещества в мезо- и апокатагенезе / А.Э. Конторович, К.В. Долженко, А.Н. Фомин // Геология и геофизика. – 2020. – Т. 61. – № 8. – С. 1093-1108.
- Полякова И.Д. Преобразование органического вещества угленосных отложений Вилюйской синеклизы на больших глубинах / И.Д. Полякова, Л.И. Богородская, Е.И. Соболева // Геохимия нефтегазовых отложений Сибири. – 1991. – С. 48-57.
- Казаринов В.В. Геохимическая характеристика нефти и газов Хапчагайского поднятия Вилюйской синеклизы / В.В. Казаринов, А.Э. Конторович, Р.Е. Мачинская, Д.П. Сидоров, О.Ф. Стасова // Материалы по геологии и нефтегазоносности Восточной Сибири. Труды СНИИГГиМС. – 1967. – Вып. 63. – С. 149-167.
- Конторович А.Э. Теория нафтидогенеза: количественная модель эволюции аквагенного органического вещества в катагенезе / А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн, В.Р. Лившиц // Геология и геофизика. – 2021. – Т. 62. – № 8. – С. 1026-1047.