

Г. М. ПАРПАРОВА, С. Г. НЕРУЧЕВ, А. В. ЖУКОВА,  
В. В. ЛОПАТИН

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О БИОПРОДУЦЕНТАХ САПРОПЕЛЕВОГО  
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА «ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ»  
ОТЛОЖЕНИЙ (В СВЯЗИ С ФОРМИРОВАНИЕМ  
ИХ НЕФТЕГАЗМАТЕРИНСКОГО ПОТЕНЦИАЛА)**

«Черные» сланцы издавна привлекают внимание многих исследователей, поскольку с ними связаны разнообразные полезные ископаемые, в частности нефть и газ. В последние годы они вызывают особый интерес еще и потому, что было сделано предположение о том, что накопление этих отложений сказывалось на эволюции биосферы и привело к переломам в развитии органического мира [1].

Органическое вещество (ОВ) «черных» сланцев неоднократно изучалось петрографически [2—11]. В результате было установлено, что ОВ разновозрастных «черносланцевых» отложений в основном состоит из бесструктурного сапропелевого материала — коллоальгинита. Привлечение палеонтологических данных [4, 8, 10] показало, что главная роль в образовании коллоальгинита принадлежала органостенному фитопланктону: акритархам, желтозеленым водорослям, некоторым видам синезеленых и зеленых водорослей и в меньшей степени динофлагеллятам. Остатками хитиновых скелетов зооорганизмов: граптолитов, тентакулитов и трилобитов — обогащено ОВ ордовикских, силурийских и девонских (D<sub>3</sub>fr) отложений [4, 11]. И только в палеоген-неогеновых отложениях основными биопродуцентами ОВ «черных» сланцев были, по-видимому, минерализованные диатомовые водоросли [12].

Однако, хотя эти отложения изучены достаточно хорошо, до сих пор нет объяснения удивительному однообразию содержащегося в них сапропелевого материала. Такая картина находится в некотором противоречии с положениями работ американских палеоальгологов Х. Таппан и А. Леблиха [13, 14], а также С. Г. Неручева [1], которые указывали на возможное присутствие в «черных» сланцах синезеленых водорослей. С их точки зрения, накопление этих отложений происходило в стрессовых ситуациях, сопутствующих изменениям внешних условий среды (Таппан и Леблих) или же вызванных концентрацией в воде урана и других микроэлементов (Неручев). По их мнению, в такой аномальной обстановке прежде всего должны выживать синезеленые водоросли, которые отличаются исключительной экологической приспособленностью. Мы учли эти высказывания и попытались дифференцировать однородный сапропелевый материал «черных» сланцев.

Объектами исследования послужили сапропелевые отложения Сибирской платформы (усть-ильинский и малгинский горизонты рифея, синская и куонамская свиты кембрия) и Прибалтики (диктионемовые

сланцы ордовика и граптолитовые — силура), доманик ( $D_3fr$ ) Русской платформы и Западного склона Урала, баженовская свита ( $J_3v-K_1h$ ) Западной Сибири, кумская (P) — Предкавказья, голоценовые илы Черного и Средиземного морей и ряд других.

В основном исследовали рассеянное органическое вещество ( $C_{орг}$  от 1 до 20 %) из глинистых и карбонатных пород морских отложений на грациях катагенеза от ПК-Б до АК-А. Дополнительно были использованы материалы по ряду месторождений горючих сланцев.

В наших предыдущих работах [3—5] были изучены главным образом концентраты дебитуминированного керогена. На этот раз мы уделили основное внимание люминесцентно-петрографическому изучению ОВ в прозрачно-полированных шлифах из пород. Исследования проводили в падающем свете под люминесцентным микроскопом марки МЛД-1 (фильтры ФС-1-4 и ЖС-18, увеличение от 50- до 6000-кратного, минимальный размер видимых частиц 1 мкм). В отличие от изучения ОВ в концентратах дебитуминированного керогена, люминесцентно-петрографические исследования ОВ в породах позволяют охарактеризовать форму и структуру органических включений, а также исследовать их оптические свойства в неэкстрагированном и необогащенном виде. С их помощью можно точнее, чем в проходящем свете, подсчитать содержание биопродуцентов ОВ.

Было установлено, что почти во всех образцах из разновозрастных отложений на грациях катагенеза от ПК-Б до МК<sub>4,5</sub>—К-ОС содержатся весьма однообразные органические включения. Они округлые ( $d$  от приблизительно 0,001 мм до сотых долей миллиметра) в препаратах, сделанных параллельно наслонению породы, и «штриховато»-вытянутые в перпендикулярных срезах (рисунок). В проходящем свете эти включения почти не видны, а под люминесцентным микроскопом отчетливо светятся желтым и желтовато-оранжевым светом. В концентратах дебитуминированного керогена они люминесцируют значительно слабее, чем в породах, или же вообще не заметны.

По оптическим свойствам под микроскопом эти люминесцирующие включения похожи на синезеленые водоросли р. *Nostocopsis Saproolithica* из *Schizophyceae*, выделенные К. Медлером [15] в морских посидониевых сланцах Германии. По его мнению, именно эта водоросль должна составлять основную вегетацию ОВ разновозрастных сапропелевых сланцев. Наши наблюдения подтверждают эту точку зрения, но нуждаются в дополнительной палеонтологической проверке. Содержание этих водорослей в шлифах из пород широко варьирует: от единичных до ~60 % (таблица). Обычно ими обогащены аргиллиты и горючие сланцы, а в карбонатных породах, особенно в известняках, содержащих остатки зоопланктона, их меньше.

В образовании ОВ некоторых «черных» сланцев участвовали акритархи. Так, например, в диктионемовых сланцах ( $O_{1t}$ ) Прибалтики, по результатам палинологических исследований Рудавской, Умновой и других, комплекс акритарх весьма однотипен. Он характеризуется сферическими гладкими и слабоскульптурными оболочками. Это акритархи родов *Leiosphaeridia*, *Trachysphaeridium*, *Leiomarginata*. По нашим подсчетам, в диктионемовых сланцах обогащения по р. Тискре содержание их составляет 15 % (таблица). Однако по результатам люминесцентно-петрографических исследований акритархи не всегда можно четко отличить от остатков синезеленых водорослей, особенно в шлифах, изготовленных параллельно напластованию породы. Разнообразные зеленые тасманитоподобные водоросли (роды *Tasmanites*, *Pterospermella*, *Schizosporis*, *Crossospaera* и др.) встречены в отложениях доманика Русской платформы и Западного склона Урала, в посидониевых сланцах Германии, баженовской свите Западной Сибири, кумской — Предкавказья, в волжских горючих сланцах и других



Сапропелевый материал в разновозрастных «черных» сланцах (микроскоп МЛД-1: *а, о* — снимки сделаны в проходящем свете,  $\times 265$ , остальные снимки сделаны при люминесцентном освещении,  $\times 210$ ; *а, б, г, к-м, р* — препараты, выполненные параллельно направлению породы, *в, д, е-и, н-п* — препараты, изготовленные из перпендикулярных срезов): *а* — смесь сапропелевого и глинистого материала (Эстония, обнажение по р. Тискре, аргиллит,  $O_{1t}$ , ПК-Б); *б* — акритархи и синезеленые водоросли (то же, что на рисунке, *а*, но в люминесцентном освещении); *в-д* — акритархи и синезеленые водоросли (Ленинградская обл., обнажение по р. Ижора, аргиллит,  $O_{1t}$ , ПК-Б); *е* — синезеленые водоросли (Западный склон Урала, разрез Покошный, мергель, доманик,  $D_3fr$ , МК<sub>1</sub>-Д); *ж* — синезеленые (мелкие) и желтозеленые (крупные) водоросли (Тунгусский бассейн, Верхнетунгчанское месторождение, горячий сланец,  $P_2$ , МК<sub>2</sub>-Г); *з* — зеленые тасманитоподобные(?) водоросли (Западная Сибирь, Пульпуякская площадь, скв. 51, гл. 3050—3060 м, аргиллит, баженовская свита,  $J_{3v}$ — $K_{1h}$ , МК<sub>2</sub>-Г); *и* — синезеленые (мелкие) и зеленые (крупные — тасманитоподобные) водоросли (Волжско-Печорский бассейн, Айювинское месторождение, горячий сланец,  $J_{3v}$ , ПК-Б); *к, л* — зеленые водоросли (Волжско-Печорский бассейн, Сясьское месторождение, горячий сланец,  $J_{3v}$ , ПК-Б); *м, н* — зеленые водоросли (Западно-Кубанский прогиб, аргиллиты,  $P$ , кумская свита: *м* — Украинская площадь, скв. 85, гл. 1440—1445 м, ПК-Б; *н* — Левкинская площадь, скв. 70, гл. 4387—4390 м, МК<sub>1-2</sub>-Д-Г); *о-р* — смесь глинистого и сапропелевого материала с остатками синезеленых (мелкие) и зеленых (крупные) водорослей (Средняя Азия, месторождение Байсун, горячие сланцы, эоцен, ПК-Б)

[4, 8]. Содержание в породах зеленых водорослей обычно не превышает 10 %.

Содержание донных водорослей типа *Vendotenia*, считающихся предками бурых и появившихся еще в рифее, а также бурых водорослей широко варьирует. В большинстве изученных нами образцов «черных» сланцев оно доходит до 10 %. Однако в отдельных фациальных зонах, например в малгинском горизонте рифея Сибирской платформы, содержание донных водорослей достигает 55 %.

Выделенные нами в разновозрастных «черных» сланцах различные типы водорослей, по материалам других авторов [8, 16], встречаются также в верхнеюрских горючих сланцах европейской части СССР. По данным В. М. Горленко и Н. Б. Погребновой [16], основу волжских горючих сланцев слагают синезеленые водоросли. Ранее об этом говорил М. Д. Залесский [2]. По мнению этих исследователей, в ОВ преобладают нитчатые микроорганизмы, морфологически сходные с современными осцилаториевыми синезелеными водорослями (цианобактериями). Горленко и Погребнова делают вывод, что в образовании ОВ не только волжских горючих сланцев, но и многих других мог участвовать цианобактериальный мат.

В более древних архейских и протерозойских отложениях, обогащенных ОВ (по которым у нас не было собственного материала), основными биопродуцентами ОВ были простейшие бактерии, синезеленые водоросли и акритархи (работы Шопфа, Баргхорна, Авралика, Крылова, Тимофеева и других).

Интересно, что в углистых хондритах ( $C_{орг}$  от 0,5 до 7 %) были встречены «организованные» элементы, среди которых преобладают (80—90 %) простые бесструктурные, иногда с двойными стенками сферические формы, которые, по мнению Ф. Стаплина [17], похожи на акритархи р. *Protoleiosphaeridium*, выделенного П. П. Тимофеевым.

По способности окрашиваться органическими красителями и обугливаться при нагревании, по стойкости к органическим растворителям и кислотам, плотности, сходной с плотностью спор и пыльцы, коричневато-желтому цвету в проходящем свете и желтовато-зеленой люминесценции [18] они до некоторой степени напоминают земные ископаемые водоросли, в частности те, которые встречаются в «черных» сланцах. И. Клаус с соавторами [18] пишут, что распространение этих простейших форм хорошо совпадает с распространением фитопланктона в морских отложениях.

Таким образом, установлено, что основными фитопланктонными биопродуцентами разновозрастных глинистых и карбонатных «черных» сланцев были простейшие планктонные синезеленые и зеленые водоросли. Полученный экспериментальный материал позволил расширить наши представления о причинах накопления ОВ «черносланцевых» толщ, которые трактуются весьма неоднозначно. Некоторые авторы [19—24] считают, что сероводородное заражение в наддонном слое воды определяет консервацию и сохранение больших масс сапропелевого ОВ. Другие усматривают решающую причину в скоростях осадконакопления [25—27]. При критическом рассмотрении этих точек зрения оказалось, что это важные, но далеко не главные факторы [28]. Как ранее было показано С. Г. Неручевым [1], основной причиной накопления ОВ доманикоидов является высокая биопродуктивность органостенного планктона, в частности синезеленых водорослей, стимулированная притоком биогенных элементов, N, P, CO<sub>2</sub>, а также U и других в зонах растяжения земной коры по рифтовым глубинным разломам.

Мы попытались развить это положение, учитывая экологические особенности фитопланктонных биопродуцентов. Правомочность такого подхода обоснована «консервативностью» синезеленых водорослей,

### Характеристика сапропелевого ОВ разновозрастных «черных» сланцев (по данным люминесцентно-петрографических исследований), %

Место отбора образца, № скважины (глубина, м)	Возраст отложений, порода	C <sub>орг</sub>	МиБ	Состав органистических биопродуцентов ОВ					Степень катагенеза ОВ	
				СзВ	А	ЗВ	ЖзВ	З		ДВ
Северный Кавказ, Левинская площадь, 80 (4991—4995)	Р (кумская свита), аргиллит алевроитовый	1,73	46	49	—	2	—	—	3	МК <sub>1</sub> -МК <sub>2</sub> -Д-Г
Западная Сибирь: Покомасовская площадь, 8 (2724—2734)	Ж <sub>3v</sub> -К <sub>1h</sub> (баженовская свита), аргиллит	7,54	57	40	—	3	—	—	< 1	МК <sub>1</sub> -Д
Погочная площадь, 22 (2645—2649)	Ж <sub>3v</sub> -К <sub>1h</sub> (баженовская свита), аргиллит	11,94	43	49	—	—	—	—	8	МК <sub>1</sub> -Д
Тунгусский бассейн, Верхнетунчанское месторождение	Р <sub>2</sub> , горючий сланец	50—60	30*	41	—	—	29	—	—	МК <sub>2</sub> -Г
Восточная Сибирь: Обнажение по р. Оленек	Е <sub>1-2</sub> (куонамская свита), аргиллит	19,34	40	53	—	—	—	—	7	МК <sub>1</sub> -Д
Обнажение по р. Синей	Е <sub>1</sub> , мергель известковый	5,67	30	62	—	—	—	—	8	ПК-МК <sub>1</sub> -Б-Д
Западный склон Урала, разрез Покосный	Д <sub>3fг</sub> , мергель	15,50	55**	44	1	—	—	—	—	МК <sub>1</sub> -Д
Прибалтика: Нестеровская площадь, 1 (1319)	С <sub>1ln</sub> , мергель	1,52	36	—	14	—	—	50	—	ПК-МК <sub>1</sub> -Б-Д
Обнажение по р. Тискоре	О <sub>1t</sub> (тремадок), аргиллит	10,6—14,1	49**	36	15	—	—	—	—	ПК-Б
Ленинградская обл., обнажение по р. Ижора	О <sub>1t</sub> (тремадок), аргиллит	11,9—12,9	38—50**	50—62	—	—	—	—	—	ПК-Б

Примечание. МиБ — минеральные компоненты породы и бесструктурный органический материал, СзВ — синезеленые водоросли, А — акритархи, ЗВ — зеленые водоросли, ЖзВ — желтозеленые водоросли, ЗХ — зооорганизмы с элементами хитина в скелете, ДВ — донные водоросли.

\* Вместе с остатками высших растений.

\*\* Вместе с остатками зооорганизмов с элементами хитина в скелете.

которые, как считается, почти не эволюционировали в геологической истории и представляют собой «живой музей» физиологических и морфологических проб [29, 30]. Исключительная экологическая выносливость синезеленых водорослей обсуждалась неоднократно. Например, известно [31, 32], что синезеленые водоросли живут в раскаленных пустынях, на вулканах, в горячих источниках и на ледниках, в пресных и соленых водоемах, даже в Мертвом море и в водах, отравленных при испытании атомного оружия [31]. Они фиксируют атмосферный азот [33], токсичны, хищны [34, 35] и подавляют развитие других водорослей, в частности зеленых, а также сапрофитной микрофлоры и зоопланктона [36, 37]. Синезеленые водоросли дольше других выживают в замкнутых биологических системах, некоторые из них приспособились к жизни в темноте [31].

Однако до сих пор было мало сведений о том, что липиды синезеленых и зеленых водорослей, цианофитин и хлореллин, обладают сильным антибактериальным воздействием. Цианофитин исследовали А. А. Шинкаренко с соавторами [38—40] при изучении тамбуканской лечебной грязи в районе Пятигорска. Ими было показано, что липидный комплекс синезеленых водорослей, состоящий преимущественно из ненасыщенных жирных кислот и каротиноидов, угнетает действие бактерий. Антибактериальная активность цианофитина увеличивается при УФ-облучении за счет накопления перекисных соединений. Применение этого препарата оказалось успешным при лечении бруцеллеза, дизентерии, дифтерита, гнойно-воспалительных процессов и других болезней. Кроме того, в экспериментах на животных было показано, что цианофитин повышает резистентность организма к ионизирующему излучению и действию рентгеновских лучей [40].

Современная планктонная зеленая водоросль рода хлорелла, по своему строению до некоторой степени похожая на ископаемые *Tasmanites*, тоже весьма устойчива. Она сохраняет жизнеспособность после вымораживания и высушивания, в замкнутой системе поглощает газообразные токсические выделения [30], радиорезистентна [41, 42].

Перечисленные свойства хорошо объясняют широкое распространение синезеленых и зеленых водорослей в «черных» сланцах. Радиорезистентность их липидов послужила, по-видимому, основной причиной массового цветения синезеленых и зеленых водорослей в водах, обогащенных ураном. Токсические свойства синезеленых водорослей обеспечивали их доминирующее положение среди других биопродуцентов ОВ, а антибактериальная активность содержащихся в них липидов — «неуязвимость» к микробному разрушению. Это видно по хорошей морфологической сохранности планктонных водорослей в шлифах и подтверждается низкими размерами ( $q$  до 35 %) анаэробных потерь.

Дополнительное накопление липидов в биопродуцентах ОВ «черных» сланцев могло быть вызвано и общим свойством всех живых организмов отвечать «восковым перерождением» на стрессовые ситуации: облучение, холод, тепло, нарушение солевого обмена, механические повреждения и воздействие химических стимуляторов [43]. Например, известно, что при уменьшении содержания кислорода и снижении температуры хлорелла начинает выделять ненасыщенные липиды, составляющие до 86 % от сухой массы [44]. Другим примером, иллюстрирующим влияние экстремальных условий на накопление липидов в ОВ, являются современные солеродные бассейны. Их «красная» окраска связана с массовым присутствием зеленых водорослей *Dunaliella*, обогащенных каротиноидами (1100 мг/% на сухое вещество) [45]. В розовый и красный цвета окрашены наиболее часто встречающиеся в них галобиевые рачки *Artemia salina*. Как указывает

Н. В. Ермаков [46], их окраска, легко устанавливаемая даже под лупой, обусловлена присутствием большого числа жировых капелек самых различных размеров и оттенков.

Итак, уточнен состав фитопланктонных биопродуцентов «черных» сланцев. Экологическая устойчивость синезеленых и зеленых водорослей, в частности резистентность их липидов к ионизирующему излучению, а также их антибактериальная активность, были, по-видимому, одной из главных причин накопления и сохранения сапропелевого ОВ «черных» сланцев с повышенным нефтегазоматеринским потенциалом.

Как известно, реализация нефтегазоматеринского потенциала ОВ происходит в катагенезе. Во время главной фазы нефтеобразования на градациях катагенеза от МК<sub>1</sub>—Д до МК<sub>3</sub>—Ж расходуется основная часть липидного комплекса ОВ. После этого, к градациям МК<sub>4,5</sub>—К-ОС, синезеленые водоросли становятся почти невидимыми под микроскопом и, как правило, не диагностируются оптическим методом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Неручев С. Г.* Уран и жизнь в истории Земли. — Л., 1982.
2. *Залесский М. Д.* Первый опыт микроскопического исследования нижневожского горючего сланца // Изв. сапропелевого комитета. Вып. 4. 1928.
3. *Парпарова Г. М.* Характеристика рассеянного органического вещества пород по данным углепетрографических исследований // Генезис нефти и газа. М., 1967. С. 78—82.
4. *Парпарова Г. М., Неручев С. Г., Гинзбург А. И. и др.* Исходный материал и фациально-геохимические условия формирования вещественно-петрографического состава ОВ разновозрастных доманикоидных отложений // Геохимия. 1984. № 12. С. 1882—1895.
5. *Парпарова Г. М., Неручев С. Г., Жукова А. В. и др.* Сапропелевое рассеянное органическое вещество в зоне больших глубин и высоких градаций катагенеза (по данным химико-углепетрографических исследований) // Горючие сланцы. 1986. Т. 3, № 2. С. 121—134.
6. *Гинзбург А. И.* Органическое вещество петрографических типов горючих сланцев (на примере некоторых месторождений СССР) // Литология и полезн. ископаемые. 1969. № 4. С. 39—51.
7. *Гинзбург А. И.* Петрография органического вещества горючих сланцев // Петрография и генезис угля: Мат. 8-го Междунар. конгр. по стратиграфии и геол. карбона. М., 1979. С. 103—109.
8. *Гинзбург А. И., Гаврилова О. И., Летушова И. А.* Петрография горючих сланцев европейского Севера СССР и химическая характеристика их керогена // Горючие сланцы. 1986. Т. 3, № 4. С. 357—364.
9. *Боголюбова Л. И., Тимофеев П. П.* Состав органического вещества «черных сланцев» котловины Зеленого Мыса (Восточная Атлантика) и их нефтематеринский потенциал // Литология и полезн. ископаемые. 1978. № 5. С. 3—17.
10. *Боголюбова Л. И., Тимофеев П. П.* Исходный растительный материал сапропелевого вещества меловых «черных» сланцев Атлантического океана // Проблемы литологии Мирового океана. Вып. 397. М., 1984. С. 5—9.
11. *Клигина Л. В., Летушова И. А.* Петрографические и химические особенности диктионемовых сланцев и кукерситов Прибалтийского бассейна // Угольные бассейны и условия их формирования; Ч. 2. Накопление, преобразование органического вещества угольных пластов: Мат. 6-го Всесоюз. геол. уг. совещ. Львов, 1980. С. 126—127.
12. *Баженова О. К., Бурлин Ю. К., Карнюшина Е. Е. и др.* Особенности нефтеобразования в кремнистых породах // Нефтематеринские свиты и принципы их диагностики. М., 1979. С. 60—66.

13. *Tappan H.* Microplancton, ecological succession and evolution // Rep. Proc. North Amer. Paleontol. Convention. Sept. 1969; Part H. Publ. February 24, 1971. P. 1058—1103.
14. *Tappan H., Loeblich A.* Geobiologic ymlications of fossil phytoplankton evolution and time // Space Distribution Geol. Soc. Amer.; Special Paper 127. 1970. P. 247—340.
15. *Mädler K.* Die figurierten organischen Bestandteile der Posidonienschiefer zur Kenntnis des nordwestdeutschen Posidonienschiefers // Beich. Geol. 1968. Jb. 58, XII. S. 287—406.
16. *Горленко В. М., Погребнова Н. Б.* Участие фотосинтезирующих организмов в образовании горючих сланцев Волжского бассейна // Горючие сланцы. 1987. Т. 4, № 2. С. 120—129.
17. *Staplin F.* Microfossils from the Orgueil Meteorite // Micropaleontology. 1962. V. 8, N 3. P. 343—371.
18. *Claus Y., Nage B., Europa D.* Futher observations on the properties of the «Organized Elements in Carbonaceous Chondrites» // Annals New York Acad. Sci. 1963. 109. P. 580—605.
19. *Ross D., Degens E., Ilvaines M.* Black Sea Recent Sedimentary History Science. — 1970. N 3954. P. 163—165.
20. *Degens E., Ross D.* Chronology of the Black sea over the last 2500 years // Chem. Geol. 1972. V. 10, N 1. P. 1—16.
21. *Curtis C.* Diagenetic alteration in black schales // J. Geol. Soc. London, 1980. V. 137. P. 189—194.
22. *Jenkins H.* Cretaceous anoxic events: from oceans to continents // Ibid. P. 159—164.
23. *Плуман Н. И., Запивалов Н. П.* Условия образования битуминозных аргиллитов волжского яруса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 9. С. 111—117.
24. *Гурари Ф. Г., Матвиенко Н. И.* Палеогеография баженовской свиты по распределению в ней урана // Перспективы нефтегазоносности юго-востока Зап. Сибири. Вып. 275. Новосибирск, 1980. С. 81—91.
25. *Страхов Н. М.* Доманиковая фация Южного Урала // Тр. инст. геол. наук. Сер. геол. 1939. Вып. 16. № 6.
26. *Игнатов В. Ф.* Палеобиологическая продуктивность — важнейший критерий при региональных прогнозах нефтеносности // Генезис нефти и газа. М., 1967. С. 93—102.
27. *Назаркин Л. А.* Влияние темпа седиментации и эрозионных срезов на нефтегазоносность осадочных бассейнов. — Саратов, 1979.
28. Нефтегазообразование в отложениях доманикового типа. — Л., 1986.
29. *Гусев М. В.* Сравнительная физиология синезеленых водорослей // Успехи микробиологии. 1966. № 3. С. 74—103.
30. Курс низших растений. — М., 1981.
31. *Шапошников В. Н.* Синие атакуют мир // Ж. «Огонек». 1968. № 9. С. 24—25.
32. *Горюнова С. В., Ржанова Г. Н., Орлеанский В. К.* Синезеленые водоросли. — М., 1969.
33. *Горюнова С. В., Одолевская Н. С., Орлеанский В. К. и др.* Синезеленые водоросли-азотфиксаторы и их практическое использование // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1965. С. 88—102.
34. *Телитченко М. М., Гусев М. В.* О токсичности синезеленых водорослей // Докл. АН СССР. 1965. Т. 160, № 6. С. 1424—1429.
35. *Горюнова С. В.* Явление хищничества у синезеленых водорослей // Микробиология. 1955. Вып. 3, № 26. С. 271—274.
36. *Мануйлова Е. Ф.* Влияние синезеленых водорослей на развитие зоопланктона // Бюлл. Моск. общ-ва испытателей природы. Отд. биол. 1962. № 1. С. 128—131.
37. *Гуревич Ф. А., Христенко Н. Г.* О взаимоотношениях между синезелеными водорослями и другими гидробионтами // Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол.-мед. 1965. Вып. 3. № 12. С. 14—20.
38. *Шинкаренко А. Л., Мамайчук М. И., Сунцова П. Д.* К вопросу изучения антимикробного действия веществ из синезеленых водорослей // Уч. зап. Пятигорского гос. фармацевтич. инст. Ставрополь, 1959. Т. 3. С. 3—15.
39. *Шинкаренко А. Л., Сунцова Л. Д.* Влияние ультрафиолетового облуче-



- ния на антибактериальную активность липидов синезеленых водорослей // Там же. Т. 4. С. 41—45.
40. Шинкаренко А. Л., Мамайчук М. И. Химический состав липидов синезеленых водорослей и их антибактериальная активность // Изучение и использование лекарственных растительных ресурсов СССР. 1964. С. 433—436.
  41. Ваулина Э. Н., Анисеева И. Д., Коган И. Г. Индуцированный мутагенез и селекция хлореллы. — М., 1978.
  42. Шевченко В. А. Радиационная генетика одноклеточных водорослей (исследования на хлорелле). — М., 1979.
  43. Гейльбрун. Динамика живой протоплазмы. — М., 1957.
  44. Кейн Р. Ф. Происхождение и формирование горючих сланцев // Горючие сланцы. Л., 1980. С. 34—66.
  45. Барашков Г. К. Химия водорослей. — М., 1963.
  46. Ермаков Н. В. Жизнь соляных водоемов (Эльтон и Баскунчак). — Волжская биологическая станция, 1928.

Представил К. Э. Уров

Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский  
геологоразведочный институт  
г. Ленинград

Поступила в редакцию  
25.11.1987

G. M. PARPAROVA, S. G. NERUCHEV, A. V. ZHUKOVA,  
V. V. LOPATIN

#### NEW DATA ON THE BIOPRODUCERS OF SAPROPELIC ORGANIC MATTER OF «BLACK SHALE» DEPOSITS (IN VIEW OF FORMATION OF THEIR SOURCE ROCKS)

Using paleontological data the luminescent petrographic method was applied to investigating sapropelic organic matter of Riphean up to Holocene «black» shales. Mainly the dispersed organic matter ( $S_{org}$  1—20 %) of argillaceous and carbonate rocks of marine sediments was examined. It has been established that their organic matter consists mainly of structureless sapropelic matter colloalginite. To the formation of the latter, the organostenic phytoplankton, blue-green, green and yellow-green algae, acritarch and, to a lesser degree, dinoflagellates contributed.

Quantitative investigation of bioproducers of organic matter confirmed H. Tappan's, A. Loeblich's and S. G. Neruchev's opinion about the significant role of blue-green algae in the formation of OH of «black» shales. One of the main reasons of accumulation of large masses of sapropelic organic matter of these sediments may lie in an exceptionally high ecological stability of blue-green and green algae conditioned by the specific properties of their lipids, viz. antibacterial activity and stability to ionizing radiation. Additional accumulation of lipids in organic matter may be due to a feature common in all living organisms to reply to conflictual situations by «waxen» regeneration. This was probably one of the main reasons of shales with high source potential.

All-Union Research Institute  
of Oil Prospecting  
Leningrad