

19. *Caratini C.* Contribution à l'étude des coccolithes du cénomaniens supérieur et du Turonien de la région de Rouen.— «Thèse Faculté des Sci. Univ. d'Alger», 1960, a. 12, p. 72.
20. *Caratini C.* Etude des coccolithes du Cenomanien supérieur et du Turonien de la région de Rouen.— «Thèse Faculté des Sci. Univ. d'Alger», 1963, a. 12, p. 61.
21. *Deflandre G.* Classe des Coccolithophoridés.— In: Grasse Traité de Zoologie. T. 1. Paris, 1952, p. 439—470.
22. *Deflandre G., Fert Ch.* Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique.— «Ann. Paléontol.», 1954, a. 40, p. 177—178.
23. *Deflandre G.* Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique.— «Rev. Micropaléontol.», 1959, a. 2, p. 127—152.
24. *Gartner S.* Coccoliths and related Calcareous Nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas.— In Univ. Kansas Palaeontol. contrib., 48. Protista 1. Kansas-City, 1968. 56 p.
25. *Manivit H.* Les nannofossiles calcaires du crétacé Français (Aptien — Maestrichtien).— In Thèse Faculté des sciences Univ. d'Osay. Osay, 1971. 206p.
26. *Perch-Nielsen K.* Der einbau und die Klassifikation der Coccolithen aus dem Maastrichten von Danemark.— In Kong. Danske Videnskab. Selskab Biolog. Skifter 16, 1. Oslo, 1968. 161 S.
27. *Reinhardt P.* Zur Taxonomie und Biostratigraphie des fossilen Nannoplanktons aus dem Malm, des Kreide und dem Alttertiär Mitteleuropas.— Freiberg. Forsch, 196, Paläont., Leipzig, 1966, S. 61.
28. *Stover L. E.* Cretaceous Cossolits and associated nannofossils from France and the Netherlands.— «Micropaleontology», 1966, vol. 12, № 2, p. 133—167.

УДК 550.47:564.8:551(763.335 + 781)(477.75)

Ю. И. КАЦ, канд. геол.-минерал. наук,
В. К. КОКУНЬКО

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТСКИХ И ПАЛЕОГЕНОВЫХ БРАХИПОД КРЫМА И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМАТИКИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ

Биогеохимические исследования брахиопод получили в последние годы широкое распространение и позволили выявить основные закономерности изменения содержаний микроэлементов в раковинах мезозойских [2—6] и отчасти палеозойских форм. Данные о химическом составе кайнозойских брахиопод, за исключением современных [5—8], не известны.

Для оценки изменений состава раковинного вещества брахиопод на рубеже мезозоя и кайнозоя исследовались датские, палеоценовые и эоценовые брахиоподы Горного Крыма.

Систематический состав и стратиграфическое распространение брахиопод. Датские, палеоценовые и эоценовые отложения принимают участие в геологическом строении второй гряды Крымских гор. Остатки брахиопод были отобраны из разрезов по рекам Черная, Бельбек, Бодрак, Альма, Биюк-Карасу и Кучук-Карасу. Многочисленные раковины брахиопод встречаются в этих разрезах почти на всех стратиграфических интервалах.

Датский ярус включает три комплекса остатков брахиопод, отвечающих, по-видимому, трем подъярусам дания стратотипического разреза.

Нижнедатский комплекс приурочен к известковым песчаникам и глауконитово-кварцевым известковистым пескам и представлен немногочисленными раковинами мелких ринхонеллид и крупных *Terebratula fallax* Lundgr.

Среднедатский комплекс приурочен к органогенно-обломочным известнякам, залегающим с размывом на нижнедатских отложениях и содержащим в основании фосфоритовую гальку (Восточный Крым). Брахиоподы представлены многочисленными остатками *Danocrania polonica* Roz., *D. semicostulata* Roz., *Isocrania posselti* Jaek., *Basilioia incurva* Schloth., *Terebratula fallax* Lundgr., *Chatwinothyris lens* (Nilss.), *Ch. incisa* Buch, *Terebratulina tenuistriata* Arn. и др.

Верхнедатский комплекс брахиопод обнаружен в органогенно-обломочных известняках и включает многочисленные *Danocrania tuberculata* Schloth., раковины которых являются породообразующими, и редкие раковины *Danocrania transversa* Lundgr., *Isocrania posselti* Roz., *I. sp.*, *Terebratula fallax* Lundgr., *Terebratulina tenuistriata* Arn. Толща органогенно-обломочных мшанково-серпуловых известняков, занимающая промежуточное положение между данием и монсом, и монтские грубодетритовые известняки содержат лишь немногочисленные раковины *Orientothyris sp.*

Танетский ярус включает остатки брахиопод лишь в нижней — мергельной части. Здесь встречаются многочисленные крупные раковины *Terebratula bisinuata* Lam. и редкие *Terebratulina sp.* В глинисто-алевролитовой и карбонатно-глинистой части танета, залегающих стратиграфически выше, остатки брахиопод не обнаружены.

Ипрский ярус представлен двумя типами разрезов: карбонатно-глинистыми и карбонатно-песчаными отложениями и содержит многочисленные раковины брахиопод. В первом типе разрезов, охватывающем Западный и Центральный Крым, обнаружены раковины *Terebratulina striatula* Dav., *Gryphus bajanianus* (Dav.), *Gryphus kickxi* (Gal.), *Gryphus hilarionis* (Menegh). Со вторым типом разрезов связан наиболее разнообразный и многочисленный по количеству экземпляров для всего рассматриваемого стратиграфического интервала комплекс брахиопод: *Streptaria streptimorpha* Cooper, *Erymnaria polymorpha* (Mass.), *Terebratula bisinuata* Lam., *Terebratulina sp.*, *Lutetiarcula sp.*, *Bifolium sp.*, *Gryphus bajanianus* (Dav.), *G. kickxi* (Gal.), *G. hilarionis* (Men.) и др. Наибольшего разнообразия ипрский комплекс достигает в средней части разреза.

Лютетский ярус содержит лишь немногочисленные раковины брахиопод. В базальной части этого яруса встречаются немногочисленные представители рода *Gryphus* плохой сохранности, а в верхней части разреза — в толще нуммулитовых известняков — най-

дены немногочисленные экземпляры *Gryphus bajanianus* со следами прижизненной окраски.

Материал и методика исследований. Изучено 117 раковин брахиопод, относящихся к родам *Dapocrania* (отряд *Craniida*), *Bifolium* (отряд *Thecideida*), *Terebratula*, *Chatwinothyris*, *Terebratulina* (отряд *Terebratulida*) и *Gryphus* (отряд *Centronellida*). Раковины препарировались и очищались с помощью ультразвукового аппарата «Ультростом» и бормашины. Элементарный химический состав раковин изучался с применением спектрографа ИСП-28 в лаборатории кафедры общей геологии и палеонтологии ХГУ по методике, описанной ранее [3,6].

Характеристика элементарного состава исследуемых таксонов. Представители указанных выше четырех отрядов брахиопод принадлежат к карбонатно-кальциевой группе и подразделяются на две подгруппы: карбонатную магниевую-кальциевую, к которой относятся *Craniida* и *Thecideida*, и карбонатную кальциевую (*Terebratulida* и *Centronellida*).

Отряд *Craniida* на исследуемой территории наиболее широко представлен в датских отложениях. По данным анализа 19 раковин *Dapocrania tuberculata* и трех раковин *D. polonica* содержание Mg колеблется в пределах 0,63—1,71%; Sr — 0,022 — 0,036%; Fe — 0,039 — 0,073%; Mn — 0,0017 — 0,0044%; Cu — 0,00023—0,00048%; Al — 0,0046 — 0,039%; Si — 0,034—0,28%.

Отряд *Thecideida*. В результате изучения четырех раковин *Bifolium* sp. из нижнего эоцена (р-н г. Белогорска) восточнее Ак-Кая выявлены следующие содержания микроэлементов: Mg — 0,75—0,87%; Sr — 0,03 — 0,035%; Mn 0,063—0,09%; Fe — 0,19—0,23%; Cu — 0,00038—0,0006%; Al — 0,07—0,1%; Si — 0,027—0,32%.

Отряд *Terebratulida*. Исследование 44 раковин рода *Terebratula*, четырех раковин *Chatwinothyris*, и пяти раковин *Terebratulina* позволило установить следующие пределы содержания микроэлементов: Mg—0,21—1,2%; Sr—0,026—0,15%; Fe — 0,028—0,18%; Mn — 0,00065—0,028%; Cu — 0,00023—0,0006%; Al—0,016—0,16%; Si — 0,07—0,6% (у неокремненных и слабоокремненных раковин).

Отряд *Centronellida*. Анализ 40 раковин рода *Gryphus* позволил установить те же микроэлементы, что в предыдущем отряде, с содержанием: Mg — 0,16—0,75%; Sr — 0,026 — 0,1%; Fe = 0,024—0,16%; Mn—0,0007—0,017%; Cu—0,00024—0,00042%; Al—0,012—0,06% в неокремненных раковинах и 0,09—0,2% в окремненных; содержание Si в неокремненных и слабоокремненных раковинах составляет 0,014—0,55% и превышает 1% в сильно окремненных раковинах.

Закономерности распределения микроэлементов. Содержание различных микроэлементов в раковинах и в других скелетных образованиях ископаемых организмов определяется четырьмя группами факторов: систематическим положением (филогенетический фактор);

физиологическими особенностями организмов; влиянием физико-географических условий; вторичными (диа- и эпигенетическими) изменениями. Рассмотрим последовательно влияние указанных факторов на особенности концентрации различных элементов.

Таксономические различия в концентрации элементов фиксируются на различных филогенетических уровнях. Выявлено, что вариации в содержании микроэлементов проявляются у представителей различных видов, родов, семейств и отрядов. На видовом уровне биогеохимические различия наиболее четко проявляются у представителей рода *Gryphus*. На основании анализа гистограмм содержаний различных элементов в раковинах установлено, что представители *Gryphus bajanianus* обладают способностью образовывать более высокие концентрации Mg, Cu и Mn, чем *Gryphus skxi* и *Gryphus hilarionis*. Последние два вида отличаются друг от друга по особенностям концентрации Sr и Mg.

В пределах отряда *Terebratulida* намечаются и таксономические отличия в концентрации элементов, связанные с семейственной принадлежностью. В частности, можно утверждать, что представители семейств *Terebratulididae* и *Cancellothyrididae* отличаются содержанием Mg, Cu и Mn в карбонатном веществе раковины. Цанцеллотириды имеют повышенное содержание Mg (0,6—0,75%), Ca (0,000 38—0,000 6%) и Mn (0,001 5—0,028%).

Биогеохимические различия представителей различных отрядов связаны с их принадлежностью к разным группам. В пределах каждой группы (карбонатной кальциевой и карбонатной магниево-кальциевой) намечаются лишь незначительные отличия в содержании микроэлементов для разных отрядов. В частности, ранее было установлено [2], что представители отряда *Rhynchonellida* отличаются меньшими содержаниями Sr по сравнению с отрядами, относящимися к карбонатной кальциевой группе.

Физиологические различия в содержании микроэлементов связаны с особенностями построения раковины, что обусловлено процессами метаболизма. У особей, обладающих коротким жизненным циклом, раковины, как правило, меньших размеров, а дифференциация раковинного вещества на подслои развита в незначительной степени. Раковины брахиопод *Gryphus bajanianus*, *Terebratulina striatula*, *Bifolium* sp. и кранииды всегда содержат повышенные концентрации Mg, а нередко Cu и Mn. Способность к избыточному накоплению магния у брахиопод может быть связана с реакцией организма на повышение солености (осмотический фактор), а также с особенностями метаболизма (интенсивностью обменных процессов). Последнее характерно для вышеуказанных видов, имевших мелкую раковину и обладавших коротким жизненным циклом.

Остановимся на особенностях концентрации элементов в раковине в процессе роста особи. Ранее отмечалось [1] изменение кальций-арагонитового соотношения и в соответствии с этим — изменение концентрации микроэлементов в процессе роста двустворчатых

моллюсков. Исследование раковин *Terebratula bisinuata* из танетских мергелей и *Terebratula fallax* из среднетатских детритовых известняков указывает на прямую корреляцию между размерами раковин и содержанием в них Mg. Эта же зависимость прослежена у *Dapocrania tuberculata* из верхнетатских детритовых известняков (Улаклы). Однако в данном случае были анализированы раковины, собранные из различных слоев, и изменение содержания в них Mg, вероятно, связано с изменением гидрохимического или температурного режима.

Физико-географические (палеогеографические) факторы. К числу внешних факторов, влияющих на изменение концентрации элементов в раковинах организмов, относятся температурный режим, глубина обитания, соленость воды и изменение гидрохимического (ионного) режима. Проведенные исследования указывают, что изменение концентрации различных элементов в раковинах брахиопод и особенности развития тех или иных биогеохимических групп в датско-палеогеновых бассейнах Крыма прежде всего определялись периодичностью климатических изменений.

Эти изменения, обусловленные сменой эпох увлажнения и осушения, влияли на «водный фон» (концентрацию ионов) и температуру водной среды. В большинстве работ изменение содержания химических элементов и изотопов в раковинах обычно связывается с изменением температуры водной среды, а фактору изменения водного фона не придается существенного значения. Проведенные нами исследования указывают, что раковины брахиопод, захороненные в карбонатных (эпоха аридизации) и терригенных (эпоха увлажнения) отложениях, существенно различаются по элементарному химическому составу. Увеличение содержания в них Mg сопряжено с повышением карбонатности (поздний маастрихт, средний и верхний даний и отчасти середина нижнего эоцена) (рис. 1).

С эпохами аридизации связана вспышка в развитии видов, относящихся к карбонатной магниевно-кальциевой группе, причем наибольшее их количество встречено в верхнем дании. Увеличение же содержания стронция и марганца, наоборот, связано с понижением карбонатности (нижний даний, танет — нижний ипр, верхний ипр). В указанные промежутки времени развивались лишь представители карбонатной кальциевой группы, причем к эпохам наибольших концентраций стронция (ранний даний, танет) приурочены лишь формы, обладавшие двухслойной раковиной. В эпохи наибольшей аридизации (монс) и увлажнения (поздний танет) брахиоподы отсутствовали, так как создавшийся в это время солевой режим бассейнов выходил, вероятно, за пределы толерантности рассматриваемой группы организмов. Оптимум развития брахиопод (поздний маастрихт, средний ипр) сопоставляется с некоторым средним уровнем (0,6—0,8%) концентрации магния в их раковинах. С нижним пределом этого уровня сопряжено наибольшее развитие трехслойных форм (отряд *Centronellida*). Рассматриваемый средний уровень солености отвечает одновременно и среднему уровню темпе-

ратурного режима датских и палеогеновых бассейнов Крыма. Таким образом, биогеохимические данные хорошо согласуются с результатами исследований А. М. Попова и одного из авторов статьи о приуроченности позднемерловых и палеогеновых представителей отряда *Centronellida* к бассейнам умеренной зоны.

Вторичные изменения. Эпигенетическим изменениям наиболее подвержены раковины, заключенные в среднедатских детритовых известняках, танетских мергелях и отчасти в нижнеэоценовых известковистых песчаниках. Окремнение среднедатских *Terebratula*,

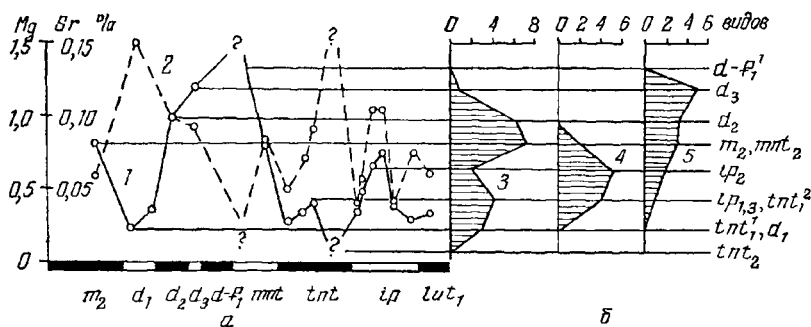


Рис. 1. Изменение содержания магния и стронция в раковинах маастрихтско-палеогеновых брахиопод Крыма (а) и развитие основных структурно-биогеохимических групп (б). Графики:

1 — средних содержаний магния; 2 — максимальных содержаний стронция; 3, 4, 5 — изменения количества видов брахиопод в бассейнах с различной температурой и соленостью (по уровням содержания магния) у представителей карбонатной кальциевой подгруппы с двухслойной (3) и трехслойной (4) раковинной, у представителей карбонатной магниевой подгруппы (5).

Chatwinothyris и *Dapocania* сопровождается уменьшением содержания в раковине магния и стронция. Поэтому прижизненными значениями содержаний этих элементов правильнее, по-видимому, считать наибольшие. Этому же типу эпигенетических изменений (окремнению) подвержены и раковины *Terebratula* из танетских мергелей. Однако в данном случае процессы перераспределения элементов, вероятно, имели сложный характер, так как из глинистой фракции вмещающих раковины пород мог привноситься ряд элементов. Поэтому при построении графиков необходимо ориентироваться на средние значения содержания магния. Гораздо большей сложностью вторичных изменений химического состава раковин брахиопод характеризуются ипрские отложения. В разрезе глауконитовых песчано-карбонатных образований в районе Белогорска зафиксировано три горизонта с окремненными и три горизонта с ожелезненными раковинами (рис. 2). Окремненные раковины тяготеют к более песчаным разностям пород, а ожелезненные — к песчано-карбонатным отложениям. В первом случае значительное увеличение кремния в раковинах сопровождается изменением

содержаний магния, железа и марганца. Ожелезнение раковин приводит к повышению содержания марганца.

Биогеохимические данные и цикличность осадконакопления. Послойный отбор и результаты спектрального анализа раковин позволили выяснить основные тенденции в распределении микроэлементов в раковинах датских, палеоценовых и эоценовых брахиопод в зависимости от приуроченности их к той или иной части цикла или элементарного ритма. В частности, раковины, отобранные из регрессивных полуритмов, характеризуются большим содержанием магния, стронция, марганца и железа, чем раковины из трансгрессивных

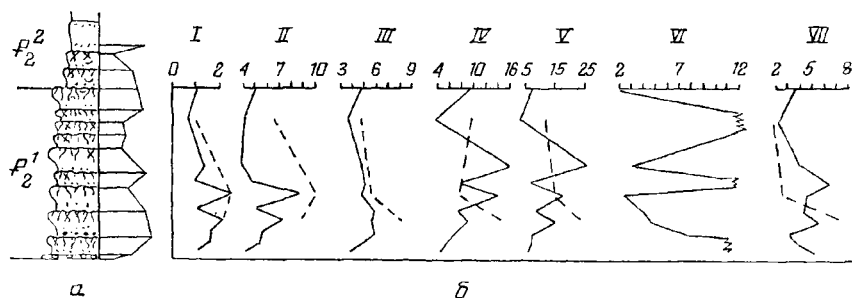


Рис. 2. Сопоставление ритмостратиграфических и биогеохимических данных по разрезу эоцена к востоку от Ак-Кай:

а — стратиграфический разрез и ритмограмма мощностей элементарных ритмов; б — кривые средних содержаний различных микроэлементов в раковинах центронеллидных (сплошная линия) и теребратулидных (пунктирная линия) брахиопод: I — $n \cdot 10^{-1}\%$ Mg; II — $n \cdot 10^{-2}\%$ Sr; III — $n \cdot 10^{-4}\%$ Cu; IV — $n \cdot 10^{-2}\%$ Fe; V — $n \cdot 10^{-3}\%$ Mn; VI — $n \cdot 10^{-1}\%$ Si; VII — $n \cdot 10^{-2}\%$ Al.

полуритмов (рис. 2). Кроме того, установлено, что общий характер ритмограмм, построенных по изменению мощностей элементарных ритмов, совпадает с кумулятивными кривыми содержаний магния, стронция и меди в раковинах представителей отряда Centronellida. Кривые же содержаний «терригенных» элементов — силиция, железа и марганца — резко не совпадают с ритмограммами мощностей. На примере исследований позднедатских краниид выявлена сходная с описанной выше зависимость содержания элементов в раковинах. Раковины *Dapocrania tuberculata* Schloth., отобранные из верхней (регрессивной) части верхнедатских детритовых известняков, обладают повышенным содержанием магния, железа, марганца и пониженным содержанием силиция и стронция.

Биогеохимическая оценка мел-палеогенового рубежа. В результате комплексного биогеохимического, палеоэкологического и фациально-палеогеографического анализа выявлены основные этапы изменений солевого и температурного режима маастрихско-раннеэоценовых акваторий Крыма. Конец датского века и монс отвечали единому этапу потепления и некоторого повышения солености вод, а поздний маастрихт и ранний датский принадлежали к различным климатическим этапам. Таким образом, второй вариант

Границы между мелом и палеогеном (маастрихт — даний) является более предпочтительным.

Авторы благодарят В. П. Макридина, Л. В. Лапчинскую и Л. И. Смыслову за консультации и обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Вольф К. Х., Чилингар Дж. В., Биленс Ф. У. Элементарный состав карбонатных органических остатков, минералов и осадков.— В сб.: Карбонатные породы. Т. II. М., «Мир», 1970, с. 9—111.
- 2. Лапчинская Л. В., Кац Ю. И., Макридин В. П. Значение биогеохимических исследований для палеозоогеографического районирования морских бассейнов.— В кн.: Тезисы докл. Первого Всесоюз. совещания по палеобиогеохимии и палеоэкологии. Баку, 1969, с. 39—41.
- 3. Лапчинская Л. В. К вопросу о биогеохимических исследованиях раковин позднемеловых брахиопод.— «Вестник Харьк. ун-та», 1970, № 55. Сер. геол., вып. 1, с. 62—76.
- 4. Лапчинська Л. В. Біогеохімічні дослідження черепашок пізньокрейдових Chlidonophora (Brachiopoda). — «Вісник Харк. ун-ту», 1972, № 86. Геологія, вип. 3, с. 41—48.
- 5. Лапчинская Л. В. Исследование химического состава раковин маастрихтских брахиопод и их значение для систематики и палеогеографии. Автореф. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. Харьков, 1973. 27 с.
- 6. Смылова Л. І. Деякі дані біогеохімічних досліджень пізньоюрських брахіопод Руської платформи.— «Вісник Харк. ун-ту», 1972, № 86, Геологія, вип. 3, с. 49—55.
- 7. Фейрбридж Р. В. Карбонатные породы и палеоклиматология в биохимической истории планеты.— В сб.: Карбонатные породы. Т. I. М., 1970, с. 357—386.
- 8. Jore H. M. Composition of brachiopod shell.— In Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H. Brachiopoda. Vol. 1. N. Y., 1965, p. 156—164.

РДК 550.47:564.8:551(763.781)(477.75)

В. К. КОКУНЬКО

ОБ ЭЛЕМЕНТАРНОМ ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ РАКОВИН ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА GRYPHUS ИЗ ЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КРЫМА

В результате изучения элементарного химического состава брахиопод на разных систематических уровнях [1—3] были выявлены различия в содержании микроэлементов в составе раковин, относящихся к большим таксонам. Собранный нами материал позволил исследовать содержание микроэлементов в раковинах ископаемых брахиопод, принадлежащих к одному роду — *Gryphus* и относящихся к трем видам — *G. kickxi* (Gal), *G. hilarionis* (Menegh.) и *G. bajanianus* (Dav.). Было проанализировано 36 раковин, из них 10 — *G. kickxi*, 12 — *G. hilarionis* и 14 — *G. bajanianus*. Изученные раковины отобраны из двух литолого-фациальных типов крымских отложений: карбонатно-глинистого (Бахчисарай, Скалистое) и карбонатно-песчаного (Ак-Кая и к востоку от Ак-Кая).

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 120

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ

ВЫПУСК 6

ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ВИЩА ШКОЛА»
ИЗДАТЕЛЬСТВО ПРИ ХАРЬКОВСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
Харьков — 1975