

Эволюция сукцессионных систем растительности на территории Беларуси в неогене (на основе анализа дендрофлоры)

А.П. Гусев

Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

В статье приводятся результаты изучения закономерностей эволюции сукцессионных систем растительности на территории Беларуси в неогеновом периоде. Задачи исследований: определение основных характеристик и анализ таксономического состава ключевых таксонов палеосукцессионных систем миоцена и плиоцена; выяснение закономерностей трансформации географической структуры дендрофлоры в течение неогенового периода; изучение корреляции между ключевыми таксонами дендрофлоры. Установлены особенности состава дендрофлоры палеосукцессионных систем в миоцене и плиоцене. Выполнен анализ корреляционных связей между ключевыми таксонами дендрофлоры в раннем неогене. Кластерный анализ позволил выделить несколько групп таксонов, имеющих сходное поведение: 1) Myrica, Rhus, Liquidambar, Podocarpus, Pinus, Alnus, Castanea, Nyssa, Betula; 2) Carya, Platycarya, Pterocarya, Engelhardtia, Ostrya, Carpinus. Изучены изменения состава географических элементов дендрофлоры. Зафиксирован рубеж перехода от неогеновых сукцессионных систем к плейстоценовым сукцессионным системам.

Ключевые слова: растительность, сукцессионная система, неоген, дендрофлора, ключевой таксон, географический элемент.

Evolution of succession systems of vegetation on the territory of Belarus in the Neogene (on the basis of the analysis of dendroflora)

A.P. Gusev

Educational establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

In the article results of studying the laws of evolution of succession systems of vegetation on the territory of Belarus in the Neogene are presented. Research problems: definition of the basic characteristics and the analysis of the taxonomic structure of key taxa of palaeosuccession systems in the Miocene and the Pliocene; finding out the laws of transformation of geographical structure of dendroflora during the Neogene period; studying the correlation between key taxa of dendroflora. Features of the structure of dendroflora of palaeosuccession systems in the Miocene and the Pliocene are established. The analysis of correlation connections between key taxa of dendroflora in early Neogene is executed. The cluster analysis has allowed to allocate some groups of taxa which have similar behaviour: 1) Myrica, Rhus, Liquidambar, Podocarpus, Pinus, Alnus, Castanea, Nyssa, Betula; 2) Carya, Platycarya, Pterocarya, Engelhardtia, Ostrya, Carpinus. Changes of structure of geographical elements of dendroflora are investigated. The boundary of transition from Neogene succession systems to Pleistocene succession systems is fixed.

Key words: vegetation, succession system, Neogene, dendroflora, key taxa, geographical element.

Сукцессионная система растительности – закономерно организованная система автогенных и автогенно-аллогенных сукцессионных рядов растительных сообществ, привязанных к типам местоположений, в границах территории, характеризующейся относительно однородными климатическими условиями [1–3]. Осадочный слой, сформированный в данном ландшафте, содержит следы сообществ его сукцессионной системы (ориктоценозы). Реконструкция этой сукцессионной системы на основе анализа ориктоценозов (тафоценозов) палеоландшафта представляет собой палеосукцессионную систему.

«Ядро» сукцессионной системы в лесных ландшафтах формируют деревья (дендрофлора). Помимо того, что деревья являются ключевыми видами или ключевыми таксонами (т.е. средообразующими), они также наиболее информативные индикаторы. Предполагается, что блок деревьев коррелятивно связан с другими

видами биоты, которые слабо поддаются непосредственному учету.

Характеристиками палеосукцессионной системы растительности могут выступать: таксономический состав (набор таксонов на уровне видов и родов) дендрофлоры; состав географических элементов (на уровне видов и родов) дендрофлоры; корреляции между таксонами (могут оцениваться на основе расчета коэффициентов корреляции или показателей сопряженности). Одинаковые корреляционные взаимосвязи между ключевыми таксонами отражают сходство эколого-ценотической структуры растительности; изменение корреляционных взаимосвязей в парах эдификаторов, вероятно, является результатом трансформации экологических ниш, конкурентных взаимосвязей, инвазий новых таксонов и исчезновения старых таксонов в палеоландшафте. В рамках одной палеосукцессионной системы корреляции между

ключевыми таксонами будут устойчивы во времени и пространстве.

Изменение сукцессионной системы отражается в коренном преобразовании состава эдификаторов, которое хорошо заметно при анализе на родовом уровне. Каждый родовой таксон может рассматриваться как индикатор присутствия в составе палеосукцессионной системы целого комплекса видов. Соответственно, выпадение из флоры того или иного рода отражает исчезновение из ее состава связанной с ним достаточно большой группы видов [4].

Исследование палеосукцессионных систем растительности представляется актуальной задачей, так как изучение их эволюции в кайнозойе необходимо для обоснования прогнозов динамики и эволюции экосистем на региональном уровне под воздействием глобальных климатических изменений.

Целью представляемой работы является выяснение закономерностей эволюции сукцессионных систем растительности на территории Беларуси в неогеновом периоде. Задачи исследований: определение основных характеристик и анализ таксономического состава ключевых таксонов палеосукцессионных систем миоцена и плиоцена; выяснение закономерностей трансформации географической структуры дендрофлоры в течение неогенового периода; изучение корреляции между ключевыми таксонами дендрофлоры.

Материал и методы. Изучение палеосукцессионных систем предусматривало сопряженный анализ данных палинологических, палеокарпологических, палеонтологических, литологических, палеогеоморфологических и палеоклиматических исследований. Палинологические данные (спорово-пыльцевые спектры и спорово-пыльцевые комплексы) отражают состав растительности ландшафта в радиусе от первых километров до первых десятков километров от точки опробования. Палеокарпологические данные характеризуют растительность, как правило, в непосредственной близости места захоронения остатков.

В работе использован анализ результатов палинологических и палеокарпологических исследований неогеновых отложений на территории Беларуси, опубликованных в научной литературе [5–13]. Выделение географических элементов дендрофлоры по В.П. Гричуку [4]. Статистическая обработка выполнялась с помощью программного пакета STATISTICA 6.0 (методы непараметрической статистики, кластерный и факторный анализы). Стратиграфия и геохронология неогена Беларуси дается по [14].

Результаты и их обсуждение. В течение неогенового периода на территории Беларуси существовало несколько сукцессионных систем, которые сменяли друг друга. Смолярское время (аквитанский и бурдигальский века Международной стратиграфической шкалы – 23,03–15,97 млн лет назад) характеризовалось распространением ландшафтов с субтропическими лесами, в которых значительную представленность имели американовостоазиатский, восточноазиатский, североамериканский (в сумме 46,7% от числа всех родов) и американо-средиземноморско-азиатский (22,2%) географические элементы (табл.).

В понижениях рельефа, в том числе долинах рек, были широко распространены болотные лесные экосистемы. Эдификаторами верхнего яруса (высота более 30 м) в них являлись *Pinus* sp., *Taxodium* sp., *Chamaecyparis* sp., *Nyssa* sp., *Liquidambar* sp. и т.д.; нижнего яруса – *Glyptostrobus* sp., *Myrica* sp. Склоны занимали экосистемы смешанного леса с *Magnolia* sp., *Carya* sp., *Aralia* sp., *Sequoia* sp. Плакорные экосистемы были представлены полидоминантными лесами с верхним ярусом из *Pinus* sp. (*Pinus* s/g *Haploxylon* Koehne, *Pinus* s/g *Diploxylon* Koehne), *Podocarpus* sp., *Tsuga* sp., *Carya* sp., *Castanea* sp., *Quercus* sp., *Cedrus* sp., *Keteleeria* sp., *Sequoia* sp.; нижним ярусом – из *Carpinus* sp., *Ilex* sp., *Ostrya* sp., *Platycaria* sp., *Itea* sp. Раннесукцессионные леса формировались *Pinus* sp., *Betula* sp., *Alnus* sp., *Rhus* sp., *Myrica* sp.

Нами был выполнен корреляционный анализ (коэффициент корреляции Спирмена) палинологических данных (разрезы скважин 3 и 13 вблизи д. Смолярка Березовского района Брестской области; по исследованиям [7, 11]). Рассчитывалось среднее значение представленности таксона в составе спорово-пыльцевого спектра в интервале разреза 1 м. Анализировались таксоны, наиболее часто встречающиеся в разрезе.

В пределах изучаемых разрезов доля панголарктических родов составляет 13,0–36,0% (среднее – 22,2%); американо-евроазиатских родов – 0–35,7% (среднее – 20,1%); американо-средиземноморско-азиатских – 7,1–35,7% (среднее – 20,3%); американо-восточноазиатских (вместе с североамериканскими и восточноазиатскими) – 14,0–50% (среднее – 37,4%). Соотношение ПГА+АЕА<АСА+АВА характерно для 90% всех рассматриваемых интервалов, т.е. практически в течение всего времени накопления смолярского горизонта структура географических элементов значительных изменений не претерпевала.

Состав и соотношение географических элементов в дендрофлорах неогена и плейстоцена

Временной интервал	Географический элемент					
	АВА	ВА	СА	АСА	АЕА	ПГА
Муравинское межледниковье плейстоцена	0	0	0	6,7	53,3	40,0
Александрийское межледниковье плейстоцена	8,7	0	0	21,7	39,1	30,4
Беловежское межледниковье плейстоцена	6,7	0	0	6,7	46,7	40,0
Дворецкое время плиоцена	0	0	0	0	40,0	60,0
Позднехолмечское время плиоцена	13,0	4,4	4,4	21,7	30,4	26,1
Раннехолмечское время плиоцена	15,0	5,0	5,0	20,0	25,0	30,0
Асокское время миоцена	14,3	4,8	0	33,3	23,8	23,8
Детомльское время миоцена	16,7	0	0	16,7	33,3	33,3
Лозское время миоцена	16,7	0	0	16,7	33,3	33,3
Бурносское время миоцена	20,8	8,3	4,2	25,0	12,5	25,0
Букчанское время миоцена	23,5	11,8	5,9	23,5	17,6	17,6
Смолярское время миоцена	22,2	15,6	8,9	22,2	13,3	13,3
Плейстоцен в целом	8,7	0	0	26,1	39,1	26,1
Неоген в целом	23,5	15,7	7,8	19,6	15,7	13,7

Географический элемент: ПГА – панголарктическая группа; АЕА – американо-евро-азиатская группа; АСА – американо-средиземноморско-азиатская группа; АВА – американо-восточноазиатская группа; ВА – восточноазиатская группа; СА – североамериканская группа.

Важным показателем биологического разнообразия ландшафта является число родов. С данным показателем установлена положительная корреляция многих родов – *Fagus*, *Ostrya*, *Ilex*, *Tsuga*, *Carya*, *Castanea*, *Cedrus*, *Engelhardtia*, *Platycarya*; не имеют достоверной связи – *Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Myrica*, *Podocarpus*, *Rhus* и другие. Положительную корреляцию с глубиной (и соответственно с возрастом отложений) имеют *Pinus*, *Alnus*, *Fagus*, *Myrica*, *Podocarpus*, *Rhus*, *Liquidambar*, *Taxodiaceae* (т.е. в течение рассматриваемого промежутка времени их вклад в составе СПС снижается). Отрицательная корреляция с глубиной характерна для *Quercus*, *Ostrya*, *Castanea* (их вклад в состав спорово-пыльцевых спектров увеличивается).

Установлены корреляционные связи между таксонами. *Pinus* имеет достоверную положительную корреляцию с *Podocarpus* (0,52), *Cupressaceae* (0,31), *Rhus* (0,56); отрицательную – с *Carpinus* (-0,67). *Alnus* положительно коррелирует с *Myrica* (0,57), *Podocarpus* (0,45), *Rhus* (0,43); отрицательно – с *Fagus* (-0,32), *Engelhardtia* (-0,40). *Betula* положительно связана с *Fagus* (0,36), *Pterocarya* (0,48), *Castanea* (0,52), *Nyssa* (0,66); отрицательно – с *Rhus* (-0,39). Представители семейства *Cupressaceae* имеют положительную связь с *Podocarpus* (0,45), *Cedrus* (0,38), *Pinus* (0,31), *Taxodiaceae*

(0,41); отрицательную – с *Quercus* (-0,56), *Itea* (-0,40) и т.д.

Кластерный анализ методом одиночной связи (1-г Пирсона) позволил выделить несколько групп таксонов, имеющих сходное поведение в рассматриваемый отрезок времени: 1) *Cupressaceae*, *Myrica*, *Rhus*, *Liquidambar*, *Podocarpus*, *Pinus*, *Alnus*, *Castanea*, *Nyssa*, *Betula*; 2) *Carya*, *Platycarya*, *Pterocarya*, *Engelhardtia*, *Ostrya*, *Carpinus*. В первый кластер вошли таксоны, характерные для болотных (*Nyssa*, *Liquidambar*, *Alnus*, *Cupressaceae*, *Myrica*), раннесукцессионных (*Betula*, *Rhus*, *Pinus*), а также сосуществующих с ними в ландшафте плакорных (*Podocarpus*, *Castanea*, *Pinus*) экосистем. К этому кластеру также примыкают *Ulmus* и *Fagus*. Второй кластер – таксоны, формирующие субтропические широколиственные леса. Многие таксоны не входят в кластеры – *Tsuga*, *Cedrus*, *Taxaceae*, *Itea* и т.д.

В букчанское время (соответствует лангийскому веку Международной стратиграфической шкалы – 15,97–13,65 млн лет назад) в лесных экосистемах также преобладали американо-восточноазиатский (23,5%) и американо-средиземноморско-азиатский (23,5%) географические элементы. Болотные леса формировались *Pinus* sp., *Taxodium* sp., *Chamaecyparis* sp., *Nyssa* sp., *Alnus* sp., *Glyptostrobus* sp. и т.д. Плакорные экосистемы – хвойно-широколист-

венными лесами из *Pinus* sp., *Quercus* sp., *Castanea* sp., *Ulmus* sp., *Carya* sp., *Sequoia* sp., *Fagus* sp. В нижнем ярусе – *Carpinus* sp., *Ilex* sp., *Ostrya* sp., *Itea* sp. Раннесукцессионные леса характеризовались доминированием *Pinus* sp., *Betula* sp., *Alnus* sp. По сравнению со смолярским временем в букчанской дендрофлоре отсутствует ряд таксонов (*Cryptomeria*, *Keteleeria*, *Platycaria*, *Sequoiadendron*, *Cedrus*, *Libocedrus*, *Metasequoia*).

Смолярская и букчанская дендрофлоры на уровне родов имеют высокую степень сходства (коэффициент сходства Сьеренсена составляет 0,79), т.е. в течение около 10 млн лет на территории Беларуси существовали ландшафты с близкой экологической структурой. В течение смолярского и букчанского времени сформировались месторождения бурого угля – Житковичское, Бринежское, Тонежское (мощность пластов бурого угля – до 20 м), а также десятки углепроявлений. Состав дендрофлоры и характер осадконакопления указывают на существование на территории Беларуси в раннем и среднем неогене субтропических гумидных ландшафтов, современным аналогом которых принято считать субтропические гумидные ландшафты юго-востока Северной Америки.

В бурносское время (около 13–11 млн лет назад) значительно трансформируется состав эдификаторов болотных лесов (доминировала *Pinus* sp.; *Taxodium* и *Nyssa* встречались единично; исчезли *Chamaecyparis*, *Glyptostrobus*, *Magnolia*, *Itea*, *Reevesia*, *Liliodendron*, *Punica* и другие). В плакорных экосистемах леса формировали *Pinus* sp., *Quercus* sp., *Castanea* sp., *Carya* sp., *Tsuga* sp., *Carpinus* sp., *Liquidambar* sp. и другие. В спектре географических элементов преобладали американско-средиземноморско-азиатский (25,0%), панголарктический (25,0%) и американско-восточноазиатский (20,8%).

Лозское, детомльское и асожское время (поздний миоцен, около 11–5,3 млн лет) характеризуются переходом доминирования к панголарктическому и американско-евроазиатскому элементам. Представленность американско-восточноазиатского, восточноазиатского и североамериканского элементов значительно сокращается. Плакоры, вероятно, занимали лесостепи и разреженные леса с доминированием *Pinus* sp. (преобладает *Pinus* s/g *Diploxylon* Koehne) и *Quercus* sp. (вероятно, в понижениях рельефа разнообразие дендрофлоры увеличивалось – появлялись *Pterocarya*, *Ulmus*, *Liquidambar*, *Castanea*, *Fraxinus* и т.д.). Болотные леса формировались *Pinus* sp., *Betula* sp.,

Alnus sp. Коэффициент сходства Сьеренсена смолярской и лозской дендрофлор составляет 0,44; смолярской и детомльской дендрофлор – 0,36. На границе бурносского и лозского времени исчезают *Symplocos*, *Taxodium*, *Tubela*, *Sciadopitys*, *Sequoia* (два последних появляются снова в плиоцене).

Эти изменения являются реакцией экосистем на глобальные изменения климата в позднем миоцене, выразившиеся в похолодании и иссушении. Для позднемиоценовых ландшафтов Беларуси было характерно уменьшение количества осадков, снижение зимних температур, усиление континентальности климата, которые повлекли за собой указанные изменения дендрофлоры и сукцессионной системы в целом.

В холмечское время плиоцена (5,3–2,58 млн лет) доминировали панголарктический, американско-евроазиатский и американско-средиземноморский элементы. В ландшафтах преобладали лесные экосистемы (доминируют *Pinus* sp., *Quercus* sp., *Castanea* sp., *Tilia* sp., *Sequoia* sp.; встречаются *Tsuga* sp., *Carya* sp., *Liquidambar* sp., *Sciadopitys* sp., *Zelkova* sp., *Pterocarya* sp., *Ulmus* sp., *Acer* sp., *Fagus* sp. и другие). Разнообразие дендрофлоры по сравнению с поздним миоценом возрастает. Для плиоцена характерна значительная зональная дифференциация растительности. Так, в более южных районах (на Украине) в это время отмечаются *Cedrus* sp., *Taxodium* sp., *Glyptostrobus* sp., *Celtis* sp., исчезнувшие с территории Беларуси в миоцене.

Резкое падение разнообразия дендрофлоры отмечается в дворецкое время (гелазский век, 2,58–1,81 млн лет назад). Полностью выпадают американско-восточноазиатские, восточноазиатские, североамериканские, американско-средиземноморские элементы. Дендрофлора представлена только панголарктическими (60%) и американско-евроазиатскими (40%) родами. Широко распространяются травяные экосистемы. Леса формируют устойчивые к похолоданию *Pinus*, *Betula*, *Picea*, *Larix*. Дворецкая дендрофлора имеет низкую степень сходства с миоценовыми. Коэффициент сходства Сьеренсена дворецкой дендрофлоры с другими дендрофлорами неогена составляет: со смолярской – 0,26; с букчанской – 0,36; с бурносской – 0,41 и т.д. Наиболее близкий состав – позднехолмечская дендрофлора (коэффициент сходства – 0,55), а также состав дендрофлор межледниковий плейстоцена (0,6–0,7). На дворецкое время приходится значительное похолодание и, вероятно, аридизация климата. Средняя температура ян-

варя становится менее -2°C (изотерма, ограничивающая современный ареал распространения *Fagus*).

Таким образом, в течение всего неогена на территории Беларуси (вплоть до дворцевого времени) фиксируются *Pterocarya*, *Carya*, *Liquidambar*, *Castanea*, *Ulmus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Pinus*, *Alnus*, *Betula*; с перерывами фиксируется присутствие *Nyssa*, *Tsuga*, *Podocarpus*, *Sciadopitys*, *Zelkova*, *Celtis*, *Juglas*, *Myrica*, *Fagus*, *Ilex*, *Abies*, *Picea*.

В целом дендрофлора неогена характеризуется преобладанием американско-восточноазиатского (23,5%) и американско-средиземноморско-азиатского (19,6%) географических элементов; значительным участием восточноазиатского (15,7%) и североамериканского элементов (7,8%). В плейстоцене доля американско-восточноазиатского элемента уменьшилась в 2,7 раза; восточноазиатский и североамериканский элементы отсутствуют полностью. По сравнению с неогеном увеличилась доля панголарктического (в 1,9 раза) и американско-евроазиатского элементов (в 2,5 раза). Голосеменные растения составляют 33,3% от всех видов неогеновой дендрофлоры (в плейстоцене – около 20%).

Лесные экосистемы, существовавшие в неогеновых ландшафтах, характеризуются полидоминантностью: в них отсутствуют выраженные доминанты, как на уровне видов, так и на уровне родов (это характерно и для современных лесных экосистем в субтропическом поясе). Поэтому возможности классификации растительных сообществ на основе доминантов в данном случае весьма ограничены. Например, сообщество «*Pinus-Quercus*» в плейстоцене и сообщество «*Pinus-Quercus*» в неогене имеют крайне мало общего. В первом случае однозначно подразумевается сосново-дубовый лес, в древостое которого доминируют сосна и дуб, каждый из которых представлен 1–3 видами. Во втором случае сосна и дуб представлены гораздо большим числом видов и содоминируют с 10–20 другими родами.

Заключение. Анализ палеоботанических данных показывает, что сукцессионные систе-

мы растительности на территории Беларуси в течение неогена вплоть до дворцевого времени сохраняли преемственность и не претерпевали изменений катастрофического характера. На переходе от отложений позднехолмечского горизонта к дворцевому горизонту имеет место качественное изменение дендрофлоры, резко отличающееся от изменений, происходящих как в предшествующее, так и в последующее время. Этот рубеж фиксирует разрушение неогеновых сукцессионных систем растительности (существовавших в условиях климата, близкого к субтропическому) и начало формирования плейстоценовых сукцессионных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жерихин, В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филоценогенетике / В.В. Жерихин. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2003. – 542 с.
2. Разумовский, С.М. Закономерности динамики биоценозов / С.М. Разумовский. – М.: Наука, 1981. – 231 с.
3. Гусев, А.П. Сукцессионная система как основа фитоиндикации динамики ландшафтов (на примере Полесской ландшафтной провинции) / А.П. Гусев // Природные ресурсы. – 2008. – № 2. – С. 51–62.
4. Гричук, В.П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене / В.П. Гричук. – М.: Наука, 1989. – 183 с.
5. Зинова, Р.А. Плиоцен Речицкого Приднепровья Белоруссии / Р.А. Зинова [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1987. – 175 с.
6. Рылова, Т.Б. Новые данные к палинологической характеристике среднемиоценовых отложений Белоруссии / Т.Б. Рылова // Доклады АН БССР. – 1988. – Т. 35, № 9. – С. 846–849.
7. Рылова, Т.Б. Граница олигоцена-миоцена на территории Беларуси по палинологическим данным / Т.Б. Рылова // Литосфера. – 1997. – № 6. – С. 23–33.
8. Рылова, Т.Б. Палинологическое обоснование возраста отложений букчанского горизонта неогена Беларуси / Т.Б. Рылова // Докл. НАН Беларуси. – 2004. – Т. 48, № 3. – С. 92–96.
9. Якубовская, Т.В. О флоре антопольского горизонта Белоруссии / Т.В. Якубовская // Докл. АН БССР. – 1988. – Т. 32, № 7. – С. 642–645.
10. Якубовская, Т.В. Отложения и флора бриневского горизонта неогена на востоке Белоруссии / Т.В. Якубовская // Докл. АН БССР. – 1988. – Т. 32, № 12. – С. 1118–1121.
11. Якубовская, Т.В. Позднекайнозойские флоры района проявления неогенового карста в окрестностях Березы / Т.В. Якубовская, Т.Б. Рылова // Флора и фауна кайнозоя Беларуси: сб. науч. тр. – Минск: Наука и техника, 1992. – С. 76–94.
12. Якубовская, Т.В. Палеоботаническое обоснование возраста угленосных отложений Бриневского месторождения бурых углей Беларуси / Т.В. Якубовская, Т.Б. Рылова, Г.И. Литвинюк // Докл. НАН Беларуси. – 1999. – Т. 43, № 4. – С. 96–99.
13. Якубовская, Т.В. Отложения и флора второй половины миоцена на территории Беларуси / Т.В. Якубовская, Я.И. Аношко // Докл. НАН Беларуси. – 2003. – Т. 47, № 3. – С. 94–100.
14. Якубовская, Т.В. Стратиграфическая схема неогеновых отложений Беларуси / Т.В. Якубовская [и др.] // Литосфера. – 2005. – № 1(22). – С. 135–144.

Поступила в редакцию 24.08.2011. Принята в печать 30.08.2011

Адрес для корреспонденции: 246019, г. Гомель, ул. Советская, д. 104, УО «ГГУ им. Ф. Скорины», геолого-географический факультет, e-mail: gusev@gsu.by – Гусев А.П.