

УДК 551.79:56 (476)

Наталья Михайловна Писарчук*ст. преподаватель каф. физической географии мира и образовательных технологий
Белорусского государственного университета***Natallia Pisarchuk***Senior Lecturer of Department of Physical Geography of the World and Educational Technologies
of the Belarusian State University**e-mail: pisarchuk@bsu.by*

МИГРАЦИЯ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В МУРАВИНСКОЕ МЕЖЛЕДНИКОВЬЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Представлены результаты анализа спорово-пыльцевых диаграмм отложений муравинского (микулинского, эемского, мяркинского, прилукского) межледниковья с использованием ГИС-технологий. Выделены входящие и исходящие миграционные потоки основных компонентов флоры (лесообразующие породы: ель (Picea A. Dietr.), сосна (Pinus L.), береза (Betula L.), дуб (Quercus L.), липа (Tilia L.), вяз (Ulmus L.), граб (Carpinus L.), ольха (Alnus Mill.), лещина (Corylus L.)) для 12 фаз развития растительности на протяжении муравинского межледниковья в пределах территории Беларуси. Анализ миграционных потоков указывает на трехкратный циклический характер различной амплитудности изменений во флоре изучаемого периода.

Ключевые слова: муравинское межледниковье, флора, лесообразующие породы, миграционные потоки, фазы развития растительности.

Migration of the Main Forest-Forming Species in the Muravian Interglaciacion on the Territory of Belarus

The results of the analysis of spore-pollen diagrams of deposits of the Muravian (Mikulin, Eem, Markin, Priluki) interglaciacion using GIS technologies are presented. The incoming and outgoing migration flows of the main components of the flora (forest-forming species: spruce (Picea A. Dietr.), pine (Pinus L.), birch (Betula L.), oak (Quercus L.), linden (Tilia L.), elm (Ulmus L.), hornbeam (Carpinus L.), alder (Alnus Mill.), hazel (Corylus L.) for 12 phases of vegetation development during the Muravian interglaciacion within the territory of Belarus. An analysis of migration flows indicates a three-fold cyclic nature of various amplitude changes in the flora of the period under study.

Key words: Muravian interglaciacion, flora, forest-forming rocks, migration flows, phases of vegetation development.

Введение

Региональные особенности современного флористического состава Республики Беларусь предопределены ее географическим положением, плейстоценовой предысторией и трансформациями в голоцене. Территория Беларуси была и остается миграционно-экологическим «коридором», где наблюдалось интенсивное взаимопроникновение элементов бореальной и неморальной флор и вследствие этого – высокая видовая насыщенность фитоценозов всех типов растительности. Муравинское (микулинское, эемское, мяркинское, прилукское) межледниковье составляет самостоятельный муравинский горизонт позднего плейстоцена четвертичной системы [1; 2]. На территории Беларуси отложения этого возраста вскрыты более чем в 360 разрезах [3]. Начало муравинского межледниковья определяется датой от 108 000 [4] до 130 000 лет назад [5–8]. Ранее в связи с признанием некоторыми исследователями наличия только одного климатического оптимума в каждом межледниковье плейстоцена муравинское (эемское) межледниковье соответствовало только подстадии 5е морской изотопной шкалы – МИС-5е [9], однако более поздние данные по разработке изотопно-кислородной шкалы Северного полушария свидетельствуют о том, что межледниковья характеризуются наличием от одного до трех климатических оптимумов и объем муравинского межледниковья отвечает всей стадии МИС-5 [6; 10; 11; 13]. Это межледниковье отличается

наличием трех оптимумов: раннего (и основного) – чериковского, среднего – комотовского и позднего – богатыревичского. На протяжении муравинского межледникового происходили неоднократные смены климатических показателей [14; 15] и, как следствие, изменение растительности (таблица 1) вплоть до смены лесообразующих пород.

Таблица 1. – Схема палиностратиграфического расчленения отложений с корреляцией региональных стратиграфических схем Беларуси, Литвы и Польши и фитоценологических сукцессий на протяжении муравинского межледникового на территории Республики Беларусь

Региональные пыльцевые зоны				<i>Picea</i> A. Dietrich	<i>Pinus</i> L.	<i>Betula</i> L.	<i>Alnus</i> Mill.	<i>Ulmus</i> L.	<i>Quercus</i> L.	<i>Tilia</i> L.	<i>Carpinus</i> L.	<i>Corylus</i> L.	Индекс	Фазы развития лесного типа растительности
Литва	Польша	Беларусь												
		R PAZmr-10											mr-12	Разреженные сосново-березовые, березово- сосновые леса
													mr-11	Сосновые леса с примесью мелко- и широколиствен- ных пород
M5	E7	R PAZmr-9											mr-10	Березово- сосновые леса
												mr-9	Сосново- широколиственные леса	
M4	E6	R PAZmr-8											mr-8	Сосновые и елово- сосновые леса
		R PAZmr-7										mr-7	Еловые и грабово- еловые леса	
M3c	E5	R PAZmr-6											mr-6	Грабовые леса с лещиной
												mr-5	Липовые, грабово- липовые леса с лещиной	
M3b	E4	b	R PAZmr-5										mr-4	Дубовые и вязово- дубовые леса с обильным подлеском из лещины
M3a		a	R PAZmr-4											
	E3	b	R PAZmr-3											
a														
M2	E2	R PAZmr-2											mr-3	Сосново-березовые леса с примесью широколиственных пород
M1	E1	b	R PAZmr-1										mr-2	Сосновые леса с березой и елью
		a										mr-1	Березово- сосновые леса	

Примечание – Насыщенность цвета в таблице отражает участие пород в древостое.

Целью исследования является реконструкция миграционных путей основных компонентов флоры (лесообразующие породы) на протяжении муравинского межлед-

никовья в пределах территории Беларуси. В связи с этим были поставлены следующие решаемые задачи: 1) выделение хронологических интервалов на протяжении муравинского межледникова, отражающих основные климатические события последней в плейстоцене межледниковой эпохи; 2) анализ спорово-пыльцевых диаграмм муравинских отложений, равномерно распределенных по всей территории региона; 3) построение картосхем содержания пыльцы по всем выделенным хронологическим интервалам с использованием ГИС-технологий; 4) выявление миграционных путей посредством анализа и синтеза карт содержания пыльцы.

Материалы и методы исследования

В основу флористических реконструкций (в качестве элементарных дискретных геообъектов) заложены палеоботанические данные 154 спорово-пыльцевых диаграмм (рисунок 1) из фондовых материалов и опубликованных источников за 1925–2005 гг.

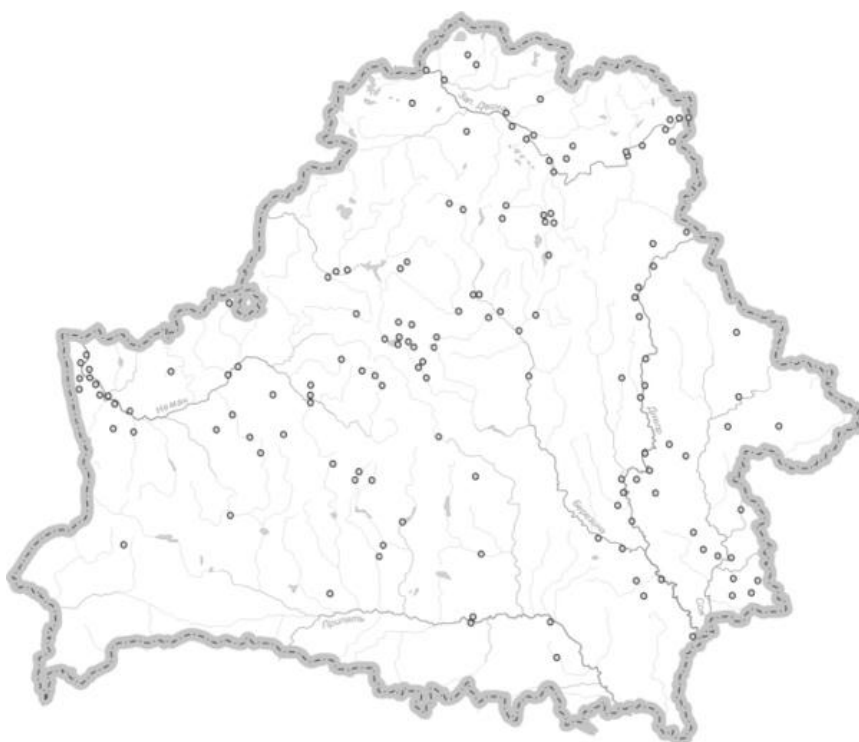
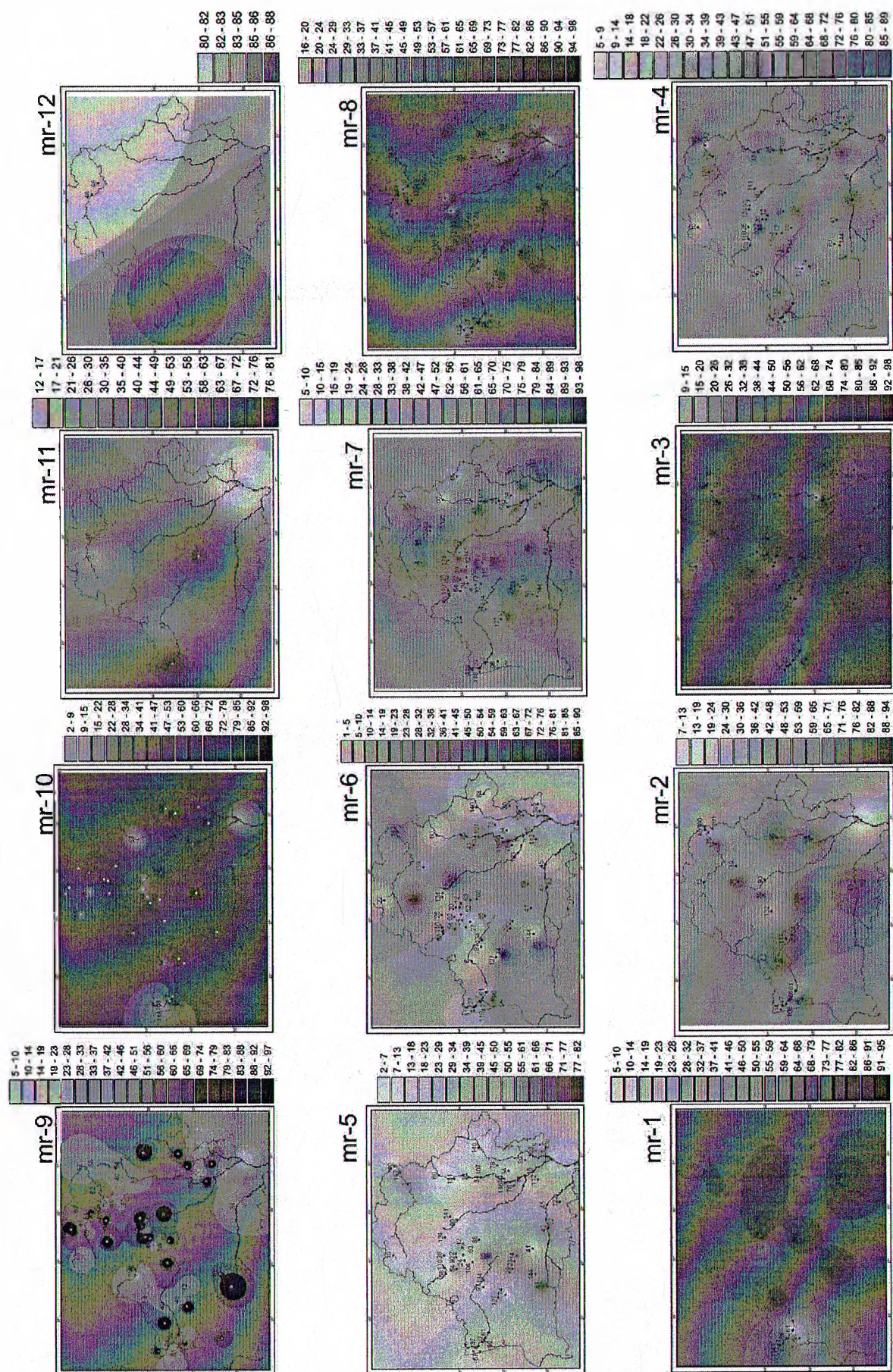


Рисунок 1. – Схема локализации изученных палинологическим методом разрезов с отложениями муравинского межледникова

Для построения карт содержания пыльцы доминант лесных формаций (рисунок 2) по хронологическим интервалам (фазам развития растительности) в виде непрерывных поверхностей использовалась программа ArcView GIS и метод ОВР (обратно взвешенных расстояний). Шаг для построения изолиний при формировании векторного слоя задавался произвольно в зависимости от содержания пыльцы древесной породы.

Основные лесообразующие породы в муравинское межледниковье слагали: ель (*Picea A. Dietr.*), сосна (*Pinus L.*), береза (*Betula L.*), пихта (*Abies Mill.*), лиственница (*Larix sp.*), дуб (*Quercus L.*), липа (*Tilia L.*), вяз (*Ulmus L.*), граб (*Carpinus L.*), бук (*Fagus sp.*), клен (*Acer sp.*), ясень (*Fraxinus L.*), ольха (*Alnus Mill.*), лещина (*Corylus L.*).

Для анализа миграционных потоков отображены ель, сосна, береза, дуб, липа, вяз, граб, ольха и лещина. Пыльца остальных видов встречалась единично и широкого распространения на протяжении муравинского межледникова не получила.

Рисунок 2. – Картохемы содержания пыльцы *Pinus L.* на протяжении муравинского межледникового, %

Результаты исследования и их обсуждение

Для муравинских спорово-пыльцевых диаграмм характерен определенный порядок кульминации (сукцессии) пыльцы широколиственных пород (*Quercus* и *Ulmus* – *Corylus* – *Tilia* – *Carpinus*), наряду с максимумом *Alnus* в фазу *Corylus* [16]. На указанную закономерность накладываются региональные особенности, что отмечено в ряде публикаций [14; 17–20].

Ель (*Picea A. Dietr.*) на протяжении муравинского межледникового в пределах территории Беларуси была постоянным компонентом, но в разное время ее роль в составе растительного покрова была различна. Увеличение значений содержания пыльцы характерно для начала межледникового (mr-1, mr-2), постоптимальной фазы – mr-7, фазы промежуточных межоптимальных похолоданий (mr-8, mr-10). В оптимальное время южная граница распределения пыльцы смещалась на северо-запад. В отложениях муравинского межледникового отмечены [14] преимущественно *Picea abies* (L.) Karst. и в периоды раннемежледникового и фазы межоптимальных похолоданий единичны находки экзотического вида *Picea obovata* Ledeb. Расселение *Picea abies* шло с севера и северо-запада. Южная граница ареала *Picea abies* на Восточно-Европейской равнине в настоящее время проходит в пределах Беларуси по северной окраине Полесской низменности. Согласно современным исследованиям [21] из экологических особенностей для ели характерно: благоприятно растет на свежих супесчаных и суглинистых, увлажненных почвах с хорошей аэрацией; не переносит застойного, а также чрезмерного увлажнения и затопления, резкого снижения уровня грунтовых вод и уменьшения влаги в почве, но переносит избыточное проточное увлажнение; к климатическим условиям малотребовательна; теневынослива, удовлетворительно растет под пологом сосны и в «окнах» материнского полога; требовательна к влажности воздуха; плохо переносит сухость воздуха, высокую температуру. Образует густые леса, часто в смеси с сосной и березой. *Picea obovata* Ledeb. ныне произрастает на северо-востоке Европы, на Урале, в Сибири. Вид проникал на территорию Беларуси с северо-востока и в меньшей степени с севера. Порода требовательна к влаге, не переносит сухость воздуха, более светолюбива, чем описанная выше ель обыкновенная. Как правило, она образует чистые и смешанные насаждения с хвойными и лиственными породами. Таким образом, на протяжении муравинского межледникового основные входящие миграционные потоки ели были с северо-запада, севера и в меньшей мере с северо-востока на остальную территорию республики, достигая южной ее границы.

Сосна (*Pinus L.*) является широко распространенным компонентом муравинской межледниковой флоры региона. Характерны высокие показатели содержания пыльцы для всех интервалов, что связано не только с распространением породы в древостое, но и особенностями распространения и сохранения пыльцы. Кульминации распространения этого рода относятся к интервалам раннемежледникового (mr-1, mr-2) и промежуточным похолоданиям межледникового (mr-8, mr-10). Основным видом является *Pinus sylvestris* L. Современный естественный ареал занимает всю территорию Беларуси, сплошной полосой протягивается через Евразию между 50° и 65° с. ш. Сейчас является главной лесообразующей породой на 58 % лесопокрытой площади региона [21]. Она нетребовательна к почве, по отношению к влаге весьма пластична, растет преимущественно на песчаных почвах, но встречается во всевозможных местообитаниях (включая болота), светолюбива. На территории Беларуси произрастает во всех типах леса, кроме коренных березняков и черноольшаников на болотах; образует чистые, а также смешанные леса (с другими хвойными и лиственными породами). На протяжении муравинского межледникового миграция шла с юга, юго-востока, севера (в межоптимальные интервалы), редко с запада, в основном на северо-запад и северо-восток, редко на юго-запад.

Береза (*Betula* L.) – постоянный элемент муравинской флоры. Наибольшего распространения достигает в ранне-(mr-1) и позднемежледниковое время (mr-12), фазы промежуточных похолоданий (mr-8, mr-10). Интересно возрастание содержания пыльцы в предоптимальную фазу (mr-3): за счет миграции ее с севера одновременно с пыльцой ели, с запада совместно с пыльцой дуба и вяза, с востока. Род представлен [14] *Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh, в виде реликтов ледникового времени – *Betula nana* L., *Betula humilis* Schrank. Сейчас восточная граница *Betula pendula* Roth проходит по Западно-Сибирской низменности. Образует как чистые насаждения, так и смешанные с другими породами в лесной области и колки – в лесостепной. Южная граница *Betula pubescens* Ehrh в Европе проходит по равнинной части, восточная снижается на крайний юг Восточно-Европейской равнины, а в Сибири заходит на Восточно-Сибирское плоскогорье. Современный ареал *Betula humilis* Schrank охватывает северную и центральную части Западной Европы, север и центр Восточно-Европейской равнины, в т. ч. Беларусь, восточную и южную части Западной Сибири. Как правило, по долинам рек и избыточно увлажненным территориям образует заросли т. н. «ерника». Экспансия происходила в основном с севера, северо-запада и запада.

Дуб (*Quercus* L.) появление и максимальное распространение имеет в первой половине климатических оптимумов, часто наряду с вязом (mr-4, наибольшие значения, определяющий для фазы вид), чуть меньшее значение в последующие оптимальные фазы (mr-5, mr-6, mr-9, mr-11) Представлен [14] видами *Quercus robur* L. (преимущественно), *Quercus petraea* Liebl., *Quercus pubescens* Willd. По данным А. В. Кожаринова [22], рефугиумами для *Quercus robur* L. были территории Волынской, Подольской, южной части Среднерусской и Приволжской возвышенностей, а также Мещера и Кодры, Мозырско-Овручско-Словечанский регион. *Quercus robur* L. ныне повсеместно распространен в Западной Европе, Восточно-Европейской равнине и в Сибири. Современный ареал *Quercus petraea* Liebl. располагается западнее и южнее границы Беларуси. Единичные экземпляры встречаются в Беловежской пуще. *Quercus pubescens* Willd. охватывает центральную и южную части Западной Европы. Миграция дуба на территорию Беларуси в муравинское межледниковье шла с запада и юго-запада, а отступление в последующие периоды преимущественно на юг.

Вяз (*Ulmus* L.) в большинстве случаев появляется и достигает своего максимума почти одновременно с дубом в первой половине основного климатического оптимума межледниковья (mr-4), постепенно снижаясь (mr-5, mr-6), и снова увеличивается в фазы mr-9 и mr-11. Представлен несколькими видами [14]: *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus campestris* L., *Ulmus glabra* Huds. Современный ареал распространения *Ulmus laevis* Pall. охватывает всю территорию Беларуси; *Ulmus campestris* L. ныне произрастает преимущественно в центре, на востоке и юго-востоке Беларуси, а также в западной и южной частях Европы. Для пыльцы вяза характерны более значительные и частые колебания ее содержания, что может быть связано с меньшей экологической пластичностью рода. Миграция вяза осуществлялась преимущественно с запада на юг Республики Беларусь.

Липа (*Tilia* L.). Появление и кульминация ее относится к середине или второй половине термических максимумов межледниковья (mr-5, наибольшие значения, определяющий для фазы вид), mr-6, mr-9, mr-11 – кульминирующие значения ниже, чем в основном оптимуме). Представлена в основном видом *Tilia cordata* Mill., во время кульминации также и экзотическим видом *Tilia platyphyllos* Scop. [14]. Современные границы ареала *Tilia platyphyllos* Scop. располагаются к западу и югу Беларуси, *Tilia cordata* Mill. в настоящее время распространена на территории Беларуси и за ее пределами. Липа – теневыносливая порода, довольно требовательная к почвам; выносит временный избыток влаги, но на заболоченных почвах не растет. Она принимает участие в образовании широколиственных лесов как дерево первой величины либо входит в со-

став подлеска дубовых и еловых лесов, может образовывать самостоятельные липовые леса. Миграция в муравинское межледниковье происходила с юга, запада и (редко) юго-востока с отступанием в обратных направлениях.

Граб (*Carpinus* L.) распространение получает только во второй половине оптимумов муравинского межледниковья (mr-6 (наибольшие значения, определяющий для фазы вид), mr-7, mr-9, mr-11). Отмечено наличие в большинстве случаев вида *Carpinus betulus* L. его современная северо-восточная граница распространения в Европе проходит немного южнее Минска и Могилева, распространен в Западной и Южной Европе. Е. Ф. Авдеева [23] установила, что «абсолютными рефугиумами» для граба обыкновенного являются районы сильно пересеченного рельефа с богатыми карбонатными почвами, в значительно меньшей мере подверженные изменениям климата. К таким районам ею отнесены Карпаты, юг Приднестровской возвышенности и Кодры, что позволяет подтвердить отраженные на картосхемах миграции *Carpinus betulus* L. с юга, а отступления в «комфортные рефугиумы» – на юго-запад и юг.

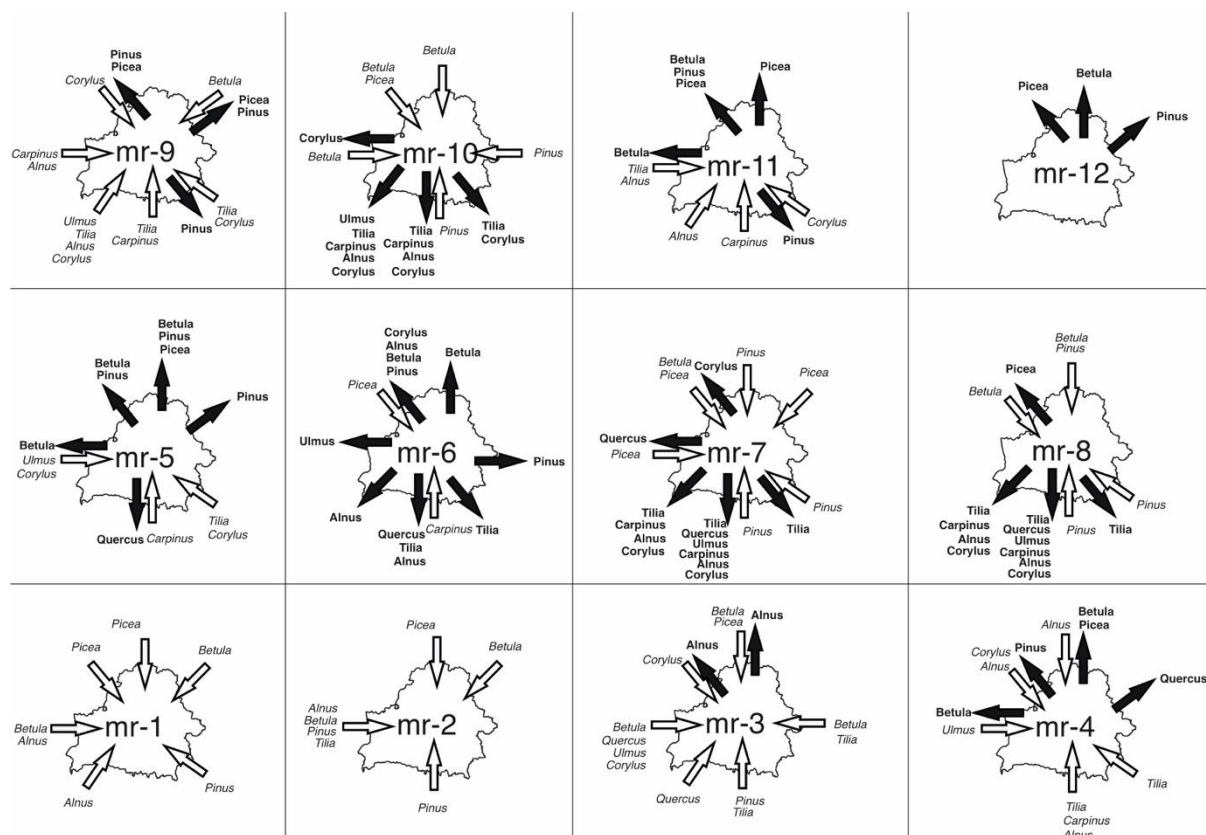
Ольха (*Alnus* Mill.). Содержание пыльцы максимально в климатические оптимумы межледниковья совместно с термофильными породами (mr-4–mr-7, mr-9, mr-11), а также повышается в отдельные фазы развития растительности промежуточного похолодания (mr-8, mr-10, mr-12). Встречается пыльца *Alnus incana* (L.) Moench. и *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth., оба вида сейчас произрастают по всей территории Беларуси. Ольха серая светолюбива, к почве нетребовательна: растет и на довольно сухих почвах, и даже на болотах; застойную воду переносит достаточно хорошо. Занимает берега рек и ручьев, кочковатые болота, склоны холмов и речных террас. Ольха черная распространена повсеместно в Западной Европе и юге Восточно-Европейской равнины; достаточно теплолюбива, любит умеренно жаркий климат при условии влажности почвы; хорошо растет на богатых перегнойных почвах, избыточно увлажненных, с незастигающей проточной водой. Ольха поселяется по берегам рек и озер, по топям и травянистым болотам, часто у ключей. Ольха легко дает корневые поросли и благодаря этому принимает большое участие в первых стадиях лесообразования. В муравинское межледниковье мигрировала с запада, юга и юго-запада.

Лещина (*Corylus* L.) отмечается в фазы климатических оптимумов муравинского межледниковья. Как правило, кульминация породы проявляется совместно с ольхой после максимума дуба и вяза (mr-5–mr-6), предшествуя кульминации липы и граба. Представлена повсеместно видом *Corylus avellana* L. Современный ареал охватывает всю территорию Беларуси, а также распространен в Западной, Центральной и Южной Европе, в центре и на юге Восточно-Европейской равнины. Растет в светлых смешанных и широколиственных лесах в качестве подлеска. Миграция вида шла с юга и юго-запада.

Как известно [24], во время развития и продвижения ледника на южные территории теплолюбивая флора сохранялась лишь в рефугиумах, расположенных на Южном Урале, Северном Кавказе, в южной и средней Европе, на Аппенинском, Балканском и Пиренейском полуостровах, возможно, на юге Украины, Самарской Луке и Приволжской возвышенности. По данным В. П. Гричука, установление реликтов в современном растительном покрове регионов свидетельствует о том, что теплолюбивая лесная флора межледниковья складывалась в результате слияния южного потока кверцетального (светолюбивого: *Quercus*, *Acer*) ценоэлемента (центр формирования – Средиземноморье) с одной стороны и западноевропейского (центр – Центральная Европа, часть Южной) и Южноуральского потоков неморального (теневого, умеренно-тепло- и влаголюбивого) ценоэлемента (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus*, *Fagus*, *Acer*) с другой стороны. Во время похолодания лесная флора формировалась за счет северного

и северо-восточного миграционного потока бетулярного (светолюбивого, холодо-стойкого) ценоэлемента (*Betula*, *Larix*).

Анализ карт содержания пыльцы основных лесообразующих пород (рисунок 2) по установленным хронологическим интервалам (таблица 1) муравинского межледникового позволил выделить их входящие и исходящие миграционные потоки (рисунок 3) на территории Беларуси.



Примечание – Входящие – белые стрелки и написание курсивом, исходящие – черные стрелки и полужирное начертание)

Рисунок 3. – Миграционные потоки древесной флоры во время муравинского межледникового

Так, в раннемежледниковый период (mr-1) можно выделить входящие миграционные потоки: северный (*Picea*), северо-восточный (*Betula*), юго-восточный (*Pinus*), юго-западный (*Alnus*), западный (*Betula*, *Alnus*), северо-западный (*Picea*).

В период mr-2 выделим входящие миграционные потоки: северный (*Picea*), северо-восточный (*Betula*), южный (*Pinus*), западный (*Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Tilia*).

В начальный период климатического оптимума mr-3 отмечены следующие входящие миграционные потоки: северный (*Picea*, *Betula*), восточный (*Betula*, *Tilia*), южный (*Pinus*, *Tilia*), юго-западный (*Quercus*), западный (*Betula*, *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus*), северо-западный (*Corylus*); исходящие: северный (*Alnus*), северо-западный (*Alnus*).

В фазу кульминирования содержания пыльцы дуба (mr-4) можно отметить следующие входящие миграционные потоки: северный (*Alnus*), юго-восточный (*Tilia*), южный (*Alnus*, *Carpinus*, *Tilia*), западный (*Ulmus*), северо-западный (*Corylus*, *Alnus*); исходящие: северный (*Picea*, *Betula*), северо-восточный (*Quercus*), западный (*Betula*), северо-западный (*Pinus*).

В фазу кульминирования содержания пыльцы липы (mr-5) выделены следующие входящие миграционные потоки: западно-восточный (*Tilia*, *Corylus*), южный (*Carpinus*), западный (*Ulmus*, *Corylus*); исходящие: северный (*Betula*, *Picea*, *Pinus*), северо-восточный (*Pinus*), южный (*Quercus*), западный (*Betula*), северо-западный (*Betula*, *Pinus*).

Фаза mr-6 знаменуется кульминацией содержания пыльцы граба. В этот период фиксируются входящие миграционные потоки: южный (*Carpinus*), северо-западный (*Picea*); исходящие: северный (*Betula*), восточный (*Pinus*), юго-восточный (*Tilia*), южный (*Quercus*, *Tilia*, *Alnus*), юго-западный (*Alnus*), западный (*Ulmus*) северо-западный (*Betula*, *Pinus*, *Alnus*, *Corylus*).

В завершающую оптимум фазу (mr-7) обособлены входящие миграционные потоки: северный (*Pinus*), северо-восточный (*Picea*), юго-восточный (*Pinus*), южный (*Pinus*), западный (*Picea*), северо-западный (*Betula*, *Picea*); исходящие: юго-восточный (*Tilia*), южный (*Tilia*, *Quercus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Alnus*, *Corylus*), юго-западный (*Tilia*, *Carpinus*, *Alnus*, *Corylus*), западный (*Quercus*), северо-западный (*Corylus*).

В межоптимальную фазу (mr-8) аксантированы входящие миграционные потоки: северный (*Pinus*, *Betula*), юго-восточный (*Pinus*), южный (*Pinus*), северо-западный (*Betula*); исходящие: юго-восточный (*Tilia*), южный (*Tilia*, *Quercus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Corylus*), юго-западный (*Tilia*, *Carpinus*, *Alnus*, *Corylus*), северо-западный (*Picea*).

В следующую фазу (mr-9 (средний оптимум)) выделены входящие миграционные потоки: северо-восточный (*Betula*), юго-восточный (*Tilia*, *Corylus*), южный (*Tilia*, *Carpinus*), юго-западный (*Ulmus*, *Tilia*, *Alnus*, *Corylus*), западный (*Alnus*, *Carpinus*), северо-западный (*Corylus*); исходящие: северо-восточный (*Picea*, *Pinus*), юго-восточный (*Pinus*), северо-западный (*Picea*, *Pinus*).

Фаза очередного межоптимального похолодания (mr-10) отмечена входящими миграционными потоками: северный (*Betula*), восточный (*Pinus*), южный (*Pinus*), западный (*Betula*), северо-западный (*Betula*, *Picea*); исходящими: юго-восточный (*Tilia*, *Corylus*), южный (*Tilia*, *Carpinus*, *Alnus*, *Corylus*), юго-западный (*Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus*, *Alnus*, *Corylus*), западный (*Corylus*).

В последующую фазу потепления (mr-11) выделены входящие миграционные потоки: юго-восточный (*Corylus*), южный (*Carpinus*), юго-западный (*Alnus*), западный (*Tilia*, *Alnus*); исходящие: северный (*Picea*), юго-восточный (*Pinus*), западный (*Betula*), северо-западный (*Betula*, *Picea*, *Pinus*).

В позднемежледниковье (mr-12) отмечены только исходящие миграционные потоки: северный (*Betula*), северо-восточный (*Pinus*), северо-западный (*Picea*).

Таким образом, трехкратные подвижки теплолюбивой флоры на территорию Республики Беларусь на протяжении муравинского межледниковья позволяют сделать предположение о трехкратных изменениях климатических показателей в сторону оптимальности. Выводы о неоднооптимальности муравинского межледниковья высказаны и другими исследователями на смежных территориях с применением палинологических и данных других методов [13].

Заклучение

Проведенное исследование на основе анализа 154 спорово-пыльцевых диаграмм с использованием ГИС-технологий позволило конкретизировать направления миграции древесной флоры на протяжении 12 фаз развития растительности муравинского межледниковья. Выделены входящие и исходящие миграционные потоки для девяти лесообразующих пород в муравинское межледниковье. В раннемежледниковье (mr-1, mr-2) преобладали входящие миграционные потоки бореальной флоры преимущественно западной, северной и северо-западной направленности для *Picea* и *Betula*, южной и юго-восточной для *Pinus*. В предоптимальное время (mr-3) отмечен приток неморальной

флоры с юга, запада и юго-запада с одновременным отходом ее на север и запад родов из семейства березовых (*Alnus*, *Betula*) и север, северо-запад родов из семейства сосновых. В ранний оптимум (mr-4, mr-5, mr-6) количество исходящих миграционных потоков преобладало над входящими: неморальные роды двигались с юга, юго-востока и запада, борельные роды отступали к северу, в фазу mr-6 начался отток неморальных элементов (*Quercus*, *Tilia*) в южных направлениях. В постоптимальное время (mr-7) характерно усиление исходящих южных миграционных потоков с теплолюбивой флорой (*Tilia*, *Quercus*, *Carpinus*, *Corylus*) и одновременным усилением входящих северных потоков *Betula*, *Picea*, *Pinus* (для сосны характерно движение с юга, юго-востока). В последующие оптимумы (mr-9, mr-11) характерны входящие южные миграции неморальной флоры с исходящими потоками бореальной флоры на север, северо-запад и юго-восток (*Pinus*). Межоптимальным похолоданиям (mr-8, mr-10) свойственны южной направленности исходящие миграционные потоки теплолюбивой флоры и исходящие северные бореальной флоры. В позднемежледниковье (mr-12) отсутствуют входящие миграционные потоки, а исходящие имеют северную направленность. Выделенные миграционные потоки имеют трехкратный циклический характер с различной амплитудой. Это позволяет высказать точку зрения о трехкратности оптимальных условий в муравинское межледниковье на территории Беларуси.

Палеогеографическая обстановка муравинского межледниковья является предполагаемым аналогом природных процессов в голоцене [25; 26]. Изучив становление и изменение состава флоры на протяжении этой межледниковой эпохи во временном и пространственном аспектах, а также сопоставив с современными трендами, представляется возможным прогнозировать модели их изменения в будущем. В свою очередь, знание естественных флористических колебаний позволяет выделить современную антропогенную составляющую в трансформации растительного покрова.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси : объясн. зап. / С. А. Кручек [и др.]. – Минск : ГП «БелНИГРИ», 2010. – 282 с. : прил. из 15 стратиграф. схем.
2. International Chronostratigraphic Chart [Electronic resource]. – Mode of access: <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-02.pdf>. – Date of access: 04.10.2022.
3. Писарчук, Н. М. Палинологическая обеспеченность и история изучения отложений муравинского межледниковья на территории Беларуси / Н. М. Писарчук // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2012. – № 2. – С. 90–95.
4. Timing of the last interglacial in Northern Europe derived from Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating of a terrestrial Saalian-Eemian-Weichselian sedimentary sequence in NE-Germany / C. Lüthgens [et al.] // Quatern. International. – 2011. – Vol. 241. – P. 79–96.
5. The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record / J. Imbrie [et al.] // Milankovich and Climate ; eds.: A. Berger [et al.]. – Boston : Reidel, 1984. – P. 269–305.
6. Evidence for last interglacial chronology and environmental change from Southern Europe / A. Brauer [et al.] // PNAS. – 2007. – Vol. 104. – № 2. – P. 450–455.
7. Максимов, Ф. Е. Новая версия $^{230}\text{Th}/\text{U}$ датирования верхне- и среднелепленстоценовых отложений / Ф. Е. Максимов, В. Ю. Кузнецов // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. – 2010. – Вып. 4. – С. 94–107.

8. К вопросу о хронологии микулинского межледникового на Северо-Западе Русской равнины / Ф. Е. Максимов [и др.] // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. – 2020. – Вып. 7. – С. 322–326.
9. Shackleton, N. J. The last interglacial in the marine and terrestrial Records / N. J. Shackleton // Proc. Royal Soc. London. – 1969. – В. 174. – Р. 135–154.
10. Last Interglacial Climates / G. Kukla [et al.] // Quatern. Res. – 2002. Vol. 58. – Р. 2–13.
11. Allen, J. R. M. Last Interglacial palaeovegetation, palaeoenvironments and chronology: a new record from Lago Grande di Monticchio, Southern Italy / J. R. M. Allen, B. Huntly // Quaternary Science Reviews. – 2009. – Vol. 28. – Р. 1521–1538.
12. Helmens, K. F. The Last Interglacial/Glacial cycle (MIS 5e2) re-examined based on long proxy records from central and northern Europe / K. F. Helmens // Quatern. Sci. Rev. – 2014. – Vol. 86. – Р. 115–143.
13. Болиховская, Н. С. Схема периодизации, корреляции и возраст климатических событий неоплейстоцена / Н. С. Болиховская, А. Н. Молодьков // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований : материалы VI Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – С. 75–78.
14. Еловичева, Я. К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси / Я. К. Еловичева. – Минск : БелСЭНС, 2001. – 293 с.
15. Рылова, Т. Б. Растительность и климат межледниковых интервалов плейстоцена Беларуси по данным палинологических исследований / Т. Б. Рылова, И. Е. Савченко // Литосфера. – 2006. – № 1 (24). – С. 12–26.
16. Гричук, В. П. Ископаемая флора как палеонтологическая основа стратиграфии четвертичных отложений / В. П. Гричук // Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений северо-запада Русской равнины ; под ред. К. К. Маркова. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – С. 25–71.
17. Межрегиональная корреляция верхнеприпятских (upper wartanian), муравинских (eemian) и нижнепоозерских (lower vistulian) пыльцевых зон Беларуси и Польши / Т. Б. Рылова [и др.] // Литосфера. – 2008. – № 1 (28). – С. 64–75.
18. Рылова, Т. Б. Растительность и климат территории западной части Белорусского Полесья в муравинское межледниковье / Т. Б. Рылова, И. Е. Савченко // Литосфера. – 2018. – № 2 (49). – С. 17–33.
19. Рылова, Т. Б. Растительность и климат территории восточной части Белорусского Полесья в муравинское межледниковье / Т. Б. Рылова // Литосфера. – 2020. – № 1 (52). – С. 89–104.
20. Муравинское/мяркинское межледниковье на приграничной территории Беларуси и Литвы / Т. Б. Рылова [и др.] // Литосфера. – 2021. – № 1 (54). – С. 36–57.
21. Флора Беларуси. Сосудистые растения : в 6 т. – Минск : Беларус. навука, 2009. – Т. 1 : Lycopodiophyta. Equisetophyta. Polypodiophyta. Ginkgophyta. Pinophyta. Gnetophyta / Р. Ю. Блажевич [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова. – 199 с.
22. Кожаринов, А. В. Палеоареал дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на территории Восточной Европы за последние 12 500 лет / А. В. Кожаринов, П. В. Борисов, И. И. Горшкова // Динамика экосистем в голоцене : материалы II рос. науч. конф., Екатеринбург ; отв. ред. Н. Г. Смирнов. – Челябинск : Рифей, 2010. – С. 104–109.
23. Авдеева, Е. Ф. Динамика ареала граба обыкновенного (*Carpinus betulus* L.) в позднеледниковом голоцене на территории Восточной Европы / Е. Ф. Авдеева // Динамика экосистем в голоцене : материалы II рос. науч. конф., Екатеринбург ; отв. ред. Н. Г. Смирнов. – Челябинск : Рифей, 2010. – С. 25–29.
24. Гричук, В. П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене / В. П. Гричук. – М. : Наука, 1989. – 183 с.

25. Величко, А. А. Природные процессы в плейстоцене / А. А. Величко. – М. : Наука, 1973. – 256 с.

26. Новенко, Е. Ю. Изменения растительности и климата Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и переходные этапы климатических макроциклов / Е. Ю. Новенко. – М. : ГЕОС, 2016. – 228 с.

REFERENCES

1. Stratigrafichieskije skhiemy dokiembrijskikh i fanierozojkskikh otlozhenij Bielarusi : objasn. zap. / S. A. Kruchiek [i dr.]. – Minsk: GP «BielNIGRI», 2010. – 282 s. : pril. iz 15 stratigraf. skhem.

2. International Chronostratigraphic Chart [Electronic resource]. – Mode of access: <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-02.pdf>. – Date of access: 04.10.2022.

3. Pisarchuk, N. M. Palinologichieskaja obiespiechiennost' i istorija izuchienija otlozhenij muravinskogo miezhlednikov'ja na tierritorii Bielarusi / N. M. Pisarchuk // Viestn. BGU. Ser. 2, Khimija. Biologija. Gieografija. – 2012. – № 2. – S. 90–95.

4. Timing of the last interglacial in Northern Europe derived from Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating of a terrestrial Saalian-Eemian-Weichselian sedimentary sequence in NE-Germany / C. Lüthgens [et al.] // Quatern. International. – 2011. – Vol. 241. – P. 79–96.

5. The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record / J. Imbrie [et al.] // Milankovich and Climate ; eds.: A. Berger [et al.]. – Boston : Reidel, 1984. – P. 269–305.

6. Evidence for last interglacial chronology and environmental change from Southern Europe / A. Brauer [et al.] // PNAS. – 2007. – Vol. 104. – № 2. – P. 450–455.

7. Maksimov, F. Ye. Novaja viersija 230Th/U datirovanija vierkhne- i sriednieneopliejstocenovykh otlozhenij / F. Ye. Maksimov, V. Yu. Kuzniecov // Viestn. SPBGU. Ser. 7. – 2010. – Vyp. 4. – S. 94–107.

8. K voprosu o khronologii mikulinskogo miezhlednikov'ja na Sieviero-Zapadie Russkoj ravniny / F. Ye. Maksimov [i dr.] // Riel'jef i chietviertichnyje obrazovanija Arktiki, Subarktiki i Sieviero-Zapada Rossii. – 2020. – Vyp. 7. – S. 322–326.

9. Shackleton, N. J. The last interglacial in the marine and terrestrial Records / N. J. Shackleton // Proc. Royal Soc. London. – 1969. – B. 174. – P. 135–154.

10. Last Interglacial Climates / G. Kukla [et al.] // Quatern. Res. – 2002. Vol. 58. – P. 2–13.

11. Allen, J. R. M. Last Interglacial palaeovegetation, palaeoenvironments and chronology: a new record from Lago Grande di Monticchio, Southern Italy / J. R. M. Allen, B. Huntly // Quaternary Science Reviews. – 2009. – Vol. 28. – P. 1521–1538.

12. Helmens, K. F. The Last Interglacial cycle (MIS 5e2) re-examined based on long proxy records from central and northern Europe / K. F. Helmens // Quatern. Sci. Rev. – 2014. – Vol. 86. – P. 115–143.

13. Bolikhovskaja, N. S. Skhiema pieriodizacii, korrieliacii i vozrast klimatichieskikh sobytij nieopliejstocena / N. S. Bolikhovskaja, A. N. Molod'kov // Fundamental'nyje problemy kvartiera: itogi izuchienija i osnovnyje napravlienija dal'nejshikh issledovanij : materialy VI Vsieros. sovieshch. po izuchieniju chietviertichnogo pierioda. – Novosibirsk : Izd-vo SO RAN, 2009. – S. 75–78.

14. Yelovichieva, Ya. K. Evoliucija prirodnoj sriedy antropogiena Bielarusi / Ya. K. Yelovichieva. – Minsk : BielSENS, 2001. – 293 s.

15. Rylova, T. B. Rastitel'nost' i klimat miezhlednikovovykh intervalov pliejstocena Bielarusi po dannym palinologichieskikh issledovanij / T. B. Rylova, I. Ye. Savchienko // Litosfiera. – 2006. – № 1 (24). – S. 12–26.

16. Grichuk, V. P. Iskopajemaja flora kak palieontologichieskaja osnova stratigrafii chietviertichnykh otlozhenij / V. P. Grichuk // Riel'ef i stratigrafija chietviertichnykh otlozhenij sieviero-zapada Russkoj ravniny ; pod ried. K. K. Markova. – M. : Izd-vo AN SSSR, 1961. – S. 25–71.
17. Miezhhriegional'naja korrieliacija vierkhniepripiatskiih (upper wartanian), muravinskikh (eemian) i nizhniepooziorskikh (lower vistulian) pyl'cevykh zon Bielarusi i Pol'shi / T. B. Rylova [i dr.] // Litosfiera. – 2008. – № 1 (28). – S. 64–75.
18. Rylova, T. B. Rastitel'nost' i klimat tierritorii zapadnoj chasti Bieloruskogo Polies'ja v muravinskoje miezhliednikov'je / T. B. Rylova, I. Ye. Savchienko // Litosfiera. – 2018. – № 2 (49). – S. 17–33.
19. Rylova, T. B. Rastitel'nost' i klimat tierritorii vostochnoj chasti Bieloruskogo Polies'ja v muravinskoje miezhliednikov'je / T. B. Rylova // Litosfiera. – 2020. – № 1 (52). – S. 89–104.
20. Rylova, T. B. Muravinskoje/miarkinskoje miezhliednikov'je na prigranichnoj tierritorii Bielarusi i Litvy / T. B. Rylova [i dr.] // Litosfiera. – 2021. – № 1 (54). – S. 36–57.
21. Flora Bielarusi. Sosudistyje rastienija : v 6 t. – Minsk : Belarus. navuka, 2009. – T. 1 : Lycopodiophyta. Equisetophyta. Polypodiophyta. Ginkgophyta. Pinophyta. Gnetophyta / R. Yu. Blazhevich [i dr.] ; pod obshch. ried. V. I. Parfionova. – 199 s.
22. Kozharinov, A. V. Palieoarial duba chierieshatogo (*Quercus robur* L.) na tierritorii Vostochnoj Yevropy za poslednije 12 500 liet / A. V. Kozharinov, P. V. Borisov, I. I. Gorshkova // Dinamika ekosistem v golocene : materialy II Ross. nauch. konf., Yekaterinburg ; otv. ried. N. G. Smirnov. – Cheliabinsk : Rifiej, 2010. – S. 104–109.
23. Avdiejeva, Ye. F. Dinamika arieala graba obyknoviennoho (*Carpinus betulus* L.) v pozdnieliednikovom golocene na tierritorii Vostochnoj Yevropy / Ye. F. Avdiejeva // Dinamika ekosistem v golocene: materialy II ros. nauch. konf., Yekaterinburg ; otv. ried. N. G. Smirnov. – Cheliabinsk : Rifiej, 2010. – S. 25–29.
24. Grichuk, V. P. Istorija flory i rastitel'nosti Russkoj ravniny v pliejstocene. M. : Nauka, 1989. – 183 s.
25. Vielichko, A. A. Prirodnye processy v plejstocene / A. A. Vielichko. – M. : Nauka, 1973. – 256 s.
26. Novienko, Ye. Yu. Izmienienija rastitel'nosti i klimata Central'noj i Vostochnoj Yevropy v pozdniem pliejstocene i golocene v miezhliednikovyje i pieriekhodnyje etapy klimatichieskikh makrociklov / Ye. Yu. Novienko. – M. : GEOS, 2016. – 228 s.