

## Аэропалинологические исследования пыльцевого дождя Северо-Востока Русской равнины

© 2015. И. А. Жуйкова<sup>1</sup>, к.г.н., доцент, С. А. Пупышева<sup>1</sup>, к.г.н., доцент,  
З. Г. Жуйкова<sup>2</sup>, к.м.н.

<sup>1</sup>Вятский государственный гуманитарный университет,  
<sup>2</sup>ООО «РГСМЕД»,  
e-mail: kaf\_geo@vshu.kirov.ru, zhuikova@yandex.ru

В работе рассмотрены результаты аэропалинологических исследований, выполненных на кафедре географии Института естественных наук ВятГГУ. Исследован качественный и количественный состав пыльцевого спектра воздушной среды городов таёжной зоны Северо-Востока европейской части России – Ухты, Микуня и Сыктывкара и выявлена динамика количественного содержания аллергенной пыльцы различных таксонов в воздухе. Выделены три периода повышения концентрации пыльцы в воздухе изучаемого региона: весенний, связанный с цветением деревьев (иногда называемый «деревянный поллиноз»), летний (луговые травы) и осенний (сорные травы). Основное значение в спорово-пыльцевых спектрах имеет продукция ветроопыляемых растений, пыльца которых выделяется в огромных количествах и легко разносится на большие расстояния. На основании предварительных результатов был выявлен наиболее опасный для людей, страдающих поллинозом, период с максимальным содержанием пыльцы в воздухе.

The paper considers the results of aeropalinologic research performed in the Department of Geography of the Institute of Natural Sciences of the VyatGGU. The qualitative and quantitative composition of the pollen spectrum of urban air in the taiga zone of the North-East of the European part of Russia - Ukhta, Syktyvkar and Mikun. The dynamics of the quantitative content of allergenic pollen of different taxa in the air is revealed. Three periods of increasing pollen concentration in the air of the region under study are investigated: spring period which is associated with the flowering trees (sometimes called “wooden hay fever”), summer period (meadow grass), and autumn period (weeds). The main part in spore-pollen spectra is wind-pollinated plant products, their pollen is released in large quantities and is easily carried over large distances. Based on preliminary results, the most dangerous period for people suffering from hay fever, with maximum pollen content in the air, was stated.

Ключевые слова: поллиноз, аэропалинология, спорово-пыльцевой спектр, аэропалинологический мониторинг.

Keywords: hay fever, aeropalinology, spore-pollen spectrum monitoring aeropalynologic.

Аллергическими заболеваниями, по статистике, страдают примерно 20–25% населения земного шара [1]. Эта цифра увеличивается из года в год, а медики сравнивают аллергию с эпидемией. За последние 30 лет распространённость аллергических заболеваний удваивается каждое десятилетие, а в России различными видами аллергий страдают в среднем уже 15–35% жителей [1]. Рост аллергозов связывают с современным образом жизни человека: массовой вакцинацией от инфекционных заболеваний, применением различных сывороток, увеличением количества используемых лекарств, особенно за счёт синтетических препаратов, внедрением в быт синтетических химических средств. Немалую роль в росте числа аллергических заболеваний играет загрязнение среды обитания человека, а также нервное напряжение, вы-

зываемое несоответствием физиологических возможностей организма с постоянно возрастающим ускорением производственного процесса, и т.д. [2].

Среди загрязняющих веществ биологического происхождения особую активность приобретает пыльца растений, являющаяся как основным фактором, вызывающим аллергические заболевания, так и биоструктурой, аккумулирующей на своей поверхности аллергенные микрочастицы и транспортирующей их на значительные расстояния. Кроме того, под воздействием окружающей среды белковый состав и аллергенные свойства самих пыльцевых зёрен могут претерпевать серьёзные изменения. Это, как правило, приводит к усилению ответной аллергической реакции организма человека. В связи с этим возникла необходимость организации и про-

ведения комплексных медико-биологических и мониторинговых исследований техногенных загрязнителей воздуха и биоаэроаэрозолей.

Поэтому со второй половины прошлого столетия аэробиология – наука, изучающая атмосферные аэрозоли, стала стремительно развиваться в направлении изучения аллергенных свойств пыльцы и спор, находящихся в воздухе.

Поллиноз, вызываемый аэроаллергенами, относится к одному из наиболее распространённых аллергических заболеваний людей любого возраста и пола. Число больных поллинозом в разных странах составляет от 1,6 до 24%. По последним данным в России поллинозом страдает около 10% детей и 20–30% взрослого населения [3, 4].

У взрослых поллиноз встречается чаще, чем у детей, и преобладает в возрасте от 18 до 40 лет, поллинозом преимущественно болеют женщины. В Европейской части России (и близкой к ней по климатическим данным Беларуси), по данным [4] – заболеваемость поллинозом составляет – 5–7%. Количество больных поллинозом во всём мире каждые 10 лет удваивается, а количество детей, больных поллинозом, за этот же период увеличивается в среднем на 60%. У жителей городов поллиноз встречается в 6 раз чаще, чем у сельских жителей. Это объясняется влиянием загрязнения воздуха: под действием таких веществ, как диоксид серы, озон и оксиды азота, а также кислых аэрозолей, происходит повреждение зёрен пыльцы и выход на их поверхность новых аллергенов [5].

Поллиноз вызывает пыльца ветроопыляемых растений. Из многих тысяч распространённых во всем мире растений примерно 60 продуцируют пыльцу, которая вызывает поллиноз. В основном это ветроопыляемые растения, пыльца которых имеет чрезвычайно мелкие размеры (от 10 до 50 микрометров), выделяется в огромных количествах и легко разносится ветром на большие расстояния – десятки и даже сотни километров [5].

Поэтому проявления болезни могут встречаться даже в тех регионах, где аллергенных растений нет. Растения, имеющие яркую окраску и приятный запах, а также опыляемые насекомыми, редко вызывают аллергию. Наиболее высокой аллергенной активностью обладает пыльца амброзии (*Ambrosia* sp.), полыни (*Artemisia* sp.), трав семейства злаковые (Poaceae) и березы (*Betula* sp.), но в разных регионах «свиристствуют» разные аллергены (в Японии – это пыльца кедров, на Украине –

каштана и дуба, в Южной Европе – постенницы).

Согласно исследованиям [6–8], распространённость аллергических реакций на пыльцу растений имеет ярко выраженный региональный характер и обусловлена разнообразием флоры, сроками цветения растений, степенью аллергенности их пыльцы, экологическими условиями региона. Пики содержания пыльцы растений в воздухе совпадают с периодом возрастания обострения и заболеваемости поллинозом среди жителей данного региона. Поэтому очень важно знать о содержании и виде пыльцы и спор грибов в 1 м<sup>3</sup> вдыхаемого воздуха в течение всего сезона цветения растений.

С конца 80-х годов прошлого столетия аэробиологи большинства европейских стран объединились для создания международной аэропаллинологической службы и банка данных, в который вошли бы сведения о динамике содержания в воздухе пыльцы наиболее распространённых и аллергенных таксонов. В настоящее время Общеввропейский банк аэропаллинологических данных объединяет более 400 национальных станций аэропаллинологического мониторинга из большинства европейских стран и предоставляет информацию о пылении разных растений на территории Европы [9, 10].

В России до 2004 г. аэропаллинологическая станция МГУ (Москва) была единственной на территории нашей страны, производившей постоянный мониторинг по стандартной международной методике. Но состав атмосферных аэрозолей, в том числе их пыльцевой компоненты, многих регионов России и сопредельных стран остаётся неизученным. Это относится и к районам северо-востока Европейской части России (Республика Коми).

Нами был исследован качественный и количественный состав пыльцевого спектра воздушной среды городов таёжной зоны северо-востока Европейской части России – Ухты, Микуня и Сыктывкара и выявлена динамика количественного содержания аллергенной пыльцы различных таксонов в воздухе. Результаты, полученные для Микуня и Сыктывкара, из-за географической близости последних очень близки, и для получения сравнительного анализа состава пыльцы в воздухе были взяты данные максимально удалённых друг от друга пунктов: Микуня и Ухты.

Целью исследования было изучение состава и закономерности формирования пыльцевого дождя, образованного совокупностью

находящихся в воздухе пыльцевых зёрен и спор, выявление роли пыльцевых зёрен в формировании и развитии поллинозов.

### Материалы и методы исследований

Аэропалеонтологические исследования включали: сбор пыльцы растений и спор грибов, содержащихся в воздухе, их идентификацию, количественное определение при визуальном подсчёте в поле зрения микроскопа и построение кривых изменения содержания пыльцы и спор разных таксонов в воздухе.

Для улавливания биологических частиц использовались гравитационные ловушки – взвешенные в воздухе частицы осаждались под действием силы тяжести на горизонтальную поверхность. Для получения общей региональной динамики пыльцевого дождя ловушки устанавливались на высоте 10–20 м над уровнем земли на крыше зданий вдали от стен и других укрытий. Улавливающая поверхность в пыльцеуловителе представляла собой предметные стёкла, поверхность которых покрыта смесью вазелина и воска (18 г вазелина и 2 г воска). В качестве среды для изготовления препаратов использовали следующую смесь: глицерин (70 мл), желатин (10 г), дистиллированная вода (60 мл), фенол (0,1 г).

Стекла экспонировались на протяжении 24 час. и менялись ежедневно в одно и то же время, и, таким образом, каждое стекло соответствовало одним суткам наблюдений. Процесс определения и подсчёта пыльцы велся с использованием биологического бинокулярного микроскопа Микромед 3 Professional обычно при увеличении микроскопа от 280 до 400 раз поверхности площадью 24×24 мм<sup>2</sup>. Таксономическая принадлежность микрофоссилий, попавших в поле зрения, определялась путём сравнения с имеющимися микрофотографиями и описаниями из атласов пыльцы и спор [7, 11].

### Характеристика района исследования

Города Сыктывкар (61°41' с.ш., 50°47' в.д.), Микунь (62°21' с.ш., 50°04' в.д.) и Ухта (63°34' с.ш., 53°41' в.д.), где отбирались пробы (рис. 1), расположены в пределах подзон средней и северной тайги, на широтах от 61 до 64° с.ш., Республика Коми (РК). На исследуемой территории преобладают бореальные восточно-европейские ландшафты (рис. 2).

Основной лесобразующей породой в регионе является ель сибирская, на долю которой в РК приходится 56,1% [13]. Сосновые



Рис. 1. Географическое положение пунктов отбора проб на территории Республики Коми.

насаждения распространены повсеместно и преобладают в окрестностях городов Сыктывкара и Ухты. Лиственница и пихта в виде естественной примеси встречаются в сосновых и еловых лесах на всей территории республики [14]. На долю берёзы приходится 16,4% покрытых лесной растительностью земель региона. Сплошные рубки и пожары явились основными факторами, способствующими возникновению на больших площадях берёзовых насаждений. Из твёрдолистных пород в естественных условиях встречается вяз гладкий в виде единичных деревьев. В южных районах, в смешанных лиственнично-хвойных насаждениях, в примеси встречается липа мелколистная [15].

### Результаты и обсуждение

Несмотря на относительное постоянство календаря пыления для данного региона, каждый конкретный сезон пыления имеет свои особенности. В значительной степени может измениться пыльцевая продуктивность отдельных таксонов, могут варьировать сроки и продолжительность пыления. Эти особенности обусловлены, в первую очередь, климатическими и метеорологическими условиями, а также многолетними биологическими ритмами развития растений. Концентрация пыльцы в атмосфере связана с температурой воздуха, атмосферным давлением, скоростью ветра, что во многом определяет интенсивность аллергической реакции. В сухую и тёплую погоду

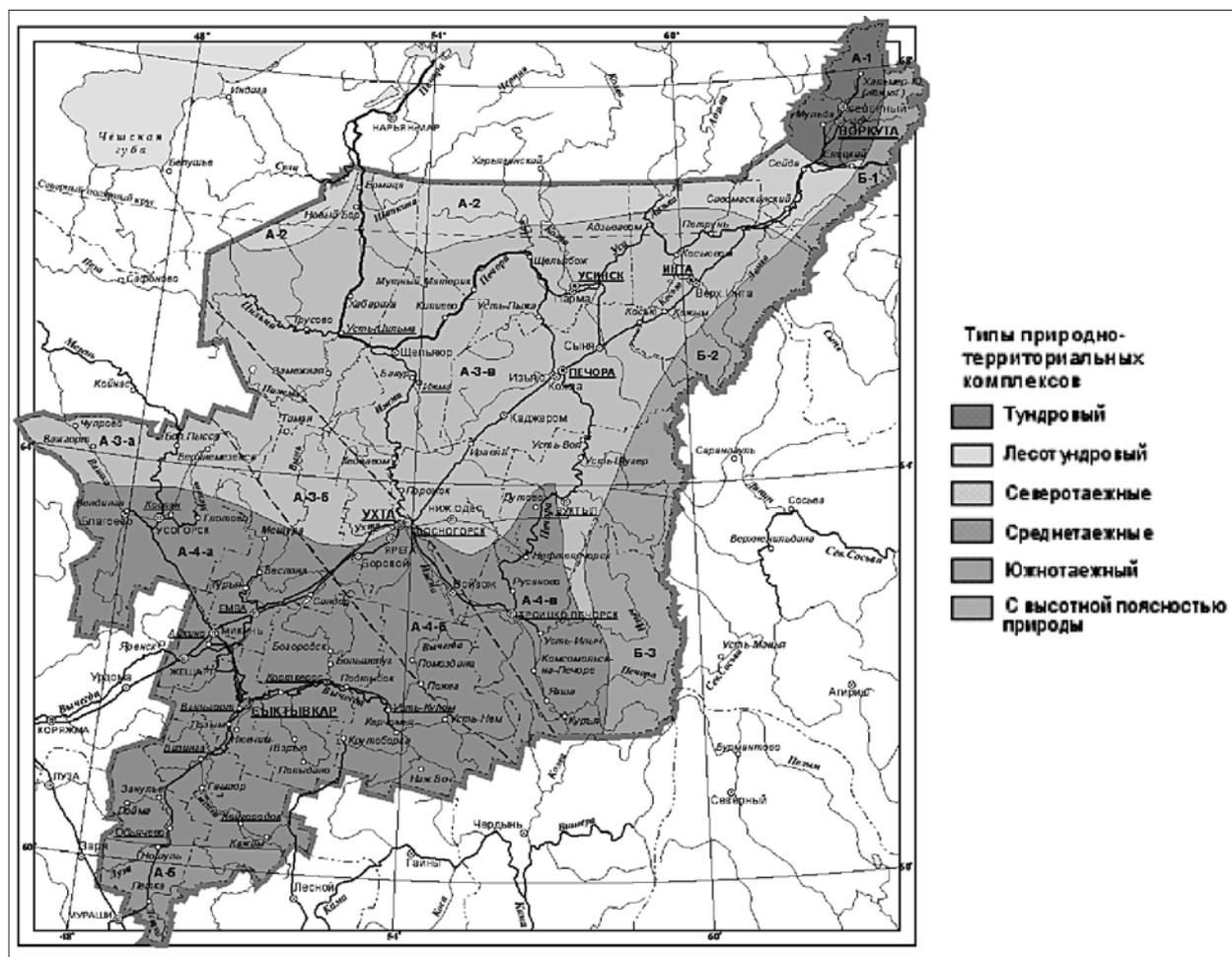


Рис. 2. Республика Коми: физико-географическое районирование [12].

растения пылят интенсивнее и симптомы аллергии усиливаются. В холодные дни пыльцы выбрасывается гораздо меньше, но и период цветения растений удлиняется. Существенно снижается концентрация пыльцы в воздухе во время и сразу после дождя и в безветренную погоду. В утренние часы (с 5 до 11 часов) интенсивность пыления максимальна, к вечеру она снижается, и минимальна ночью.

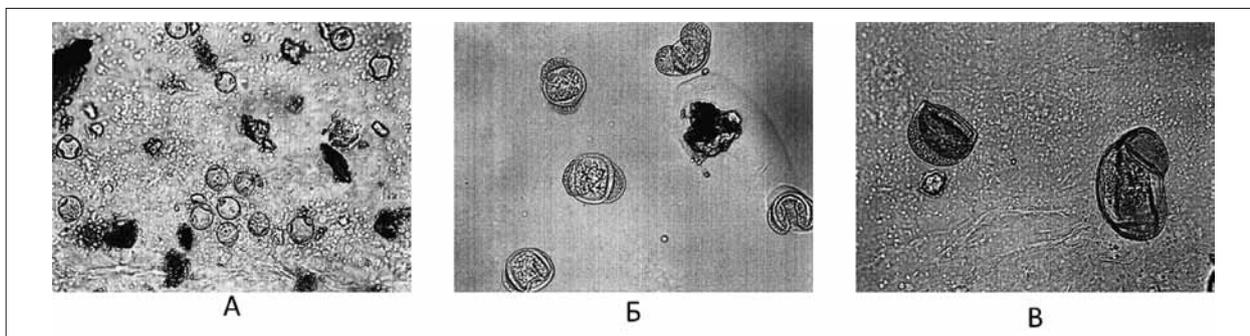
Обычно отмечается три периода подъёма содержания пыльцы в воздухе: весенний (цветение деревьев), летний (цветение луговых трав) и осенний (цветение сорных трав). Первый период характеризуется наличием пыльцы только древесных растений. Это связано с особенностями флоры города. Именно эти данные объясняют пик обращений пациентов к аллергологам с симптомами поллинозов в период цветения древесных растений в мае – начале июня.

На территории Европейской части России сезон цветения открывает ольха серая (*Alnus incana* L.). Существует интересная методика расчёта поллиноза по сумме эффективных температур. Меры по ограничению контак-

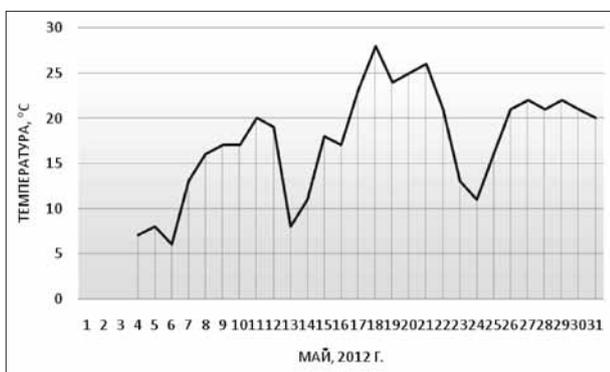
та с пыльцой следует начинать, как только температура впервые поднялась до  $+5^{\circ}\text{C}$ , а вероятные сроки цветения рассчитываются по сумме эффективных температур ( $t^0$  эффективная =  $t^0$  средняя суточная  $-5^{\circ}\text{C}$ ). Для цветения берёзы (*Betula* sp.) сумма эффективных температур должна достигнуть  $70^{\circ}\text{C}$  [5].

Весна 2012 г. на территории Республики Коми была достаточно ранней. В мае преобладала очень тёплая погода, на фоне которой наблюдались похолодания. Средняя температура воздуха составила  $+6 - +11^{\circ}\text{C}$  и оказалась на  $3-5^{\circ}\text{C}$  выше климатической нормы [15]. Переход среднесуточных температур воздуха через  $+10^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения произошёл 15-16 мая, что на 2-3 недели раньше обычных сроков (рис. 3).

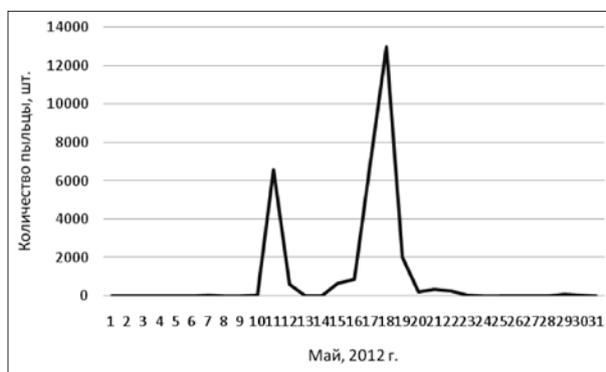
При повышенной температуре древесные растения пылили более интенсивно, но заметное увеличение количества пыльцевых зёрен запаздывало на 1-3 дня после повышения температуры (рис. 3). В спектре сезона 2012 г. присутствуют пыльцевые зёрна следующих родов: *Alnus*, *Betula* (рис. 4А), *Pinus* (рис. 4Б), *Picea* (рис. 4В), *Larix*, *Tilia*.



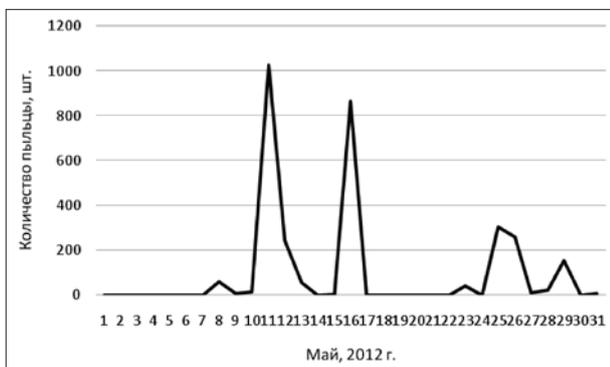
**Рис. 4.** Пыльца некоторых древесных растений под микроскопом: А – берёзы (проба от 18 мая, г. Микунь), Б – сосны (проба от 31 мая, г. Ухта), В – ели (проба от 25 мая, г. Ухта).



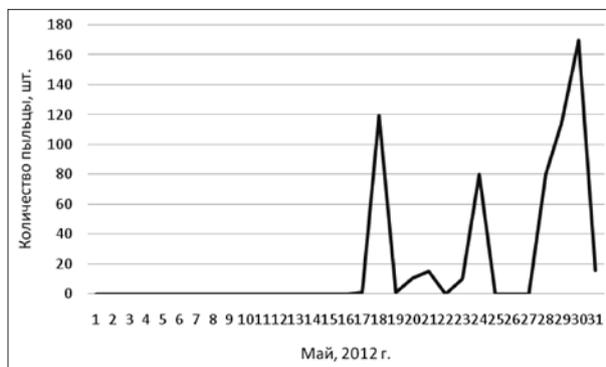
**Рис. 3.** График колебания дневных максимальных температур для г. Микуня (май 2012 г.).



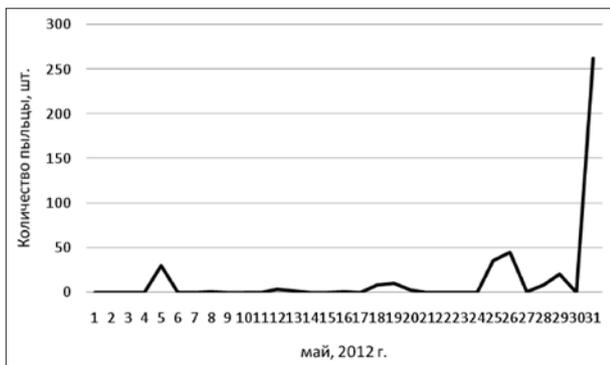
**Рис. 5.** Кривая изменения содержания пыльцы берёзы в воздухе г. Микуня.



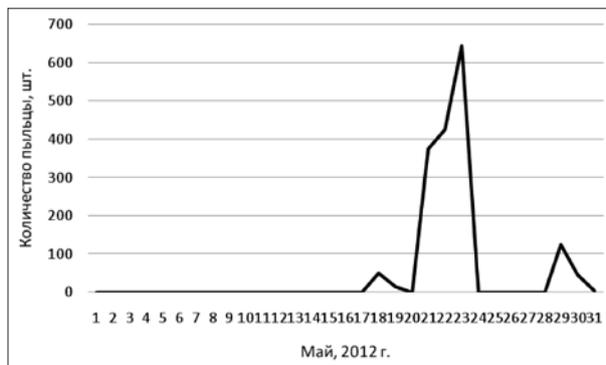
**Рис. 6.** Кривая изменения содержания пыльцы берёзы в воздухе г. Ухты.



**Рис. 7.** Кривая изменения содержания пыльцы сосны в воздухе г. Микуня.



**Рис. 8.** Кривая изменения содержания пыльцы сосны в воздухе г. Ухты.



**Рис. 9.** Кривая изменения содержания пыльцы ели в воздухе г. Микуня.

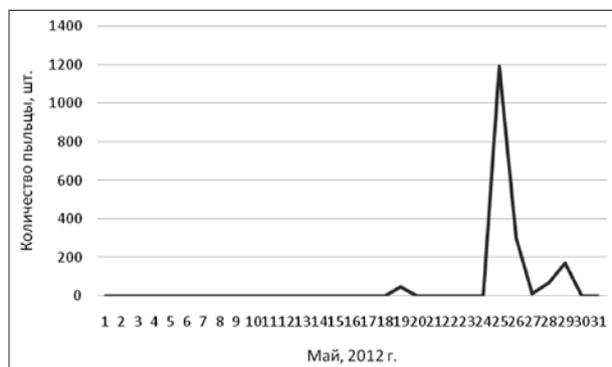


Рис. 10. Кривая изменения содержания пыльцы ели в воздухе г. Ухты.

Количественный анализ спорово-пыльцевых данных показал, что доминантами в спектрах являются роды *Betula* и *Pinus*. Концентрация пыльцевых зёрен в атмосфере в этот период максимальна.

При изучении динамики содержания пыльцевых зёрен растений различных таксонов в воздухе установлены некоторые закономерности. В течение сезона пыления наблюдается два выраженных пика концентрации пыльцы в воздухе. Первый пик связан с цветением *Betula* во вторую декаду мая (рис. 5, 6) и соответствует максимальной концентрации пыльцы в воздухе. Второй – с пылением *Pinus* во 2-3 декаду мая (рис. 7, 8). Далее количество пыльцы в атмосфере города постепенно уменьшается, несмотря на пыление трав.

Большинство раннецветущих деревьев характеризуются относительно непродолжительным пылением со «взрывным» началом и постепенным спадом концентрации пыльцы. Максимум содержания пыльцы всегда приходится на начало пыления, а максимальные концентрации регистрируются очень непродолжительное время, не более 1-3 дней.

Часто кривая пыления имеет несколько пиков (рис. 9, 10), среди которых первый – доминирующий – всегда связан с началом пыления, а последующие провалы и пики обусловлены метеорологическими факторами. Для некоторых видов отмечен вторичный подъём пыльцевых зёрен в атмосферу.

Исключение составляет берёза, обладающая огромной пыльцевой продуктивностью, а её пыльца, легко переносимая по воздуху на десятки и сотни километров, регистрируется в составе пыльцевого спектра в течение всего сезона пыления (рис. 6).

Осадки способны играть определяющую роль в изменении концентрации пыльцы в воздухе, при условии их обильности и невысоких температур. Это происходит вследствие

осаждения пыльцевых аллергенов в дождливую погоду. Ливневые дожди, продолжающиеся в течение нескольких часов, способны резко снижать концентрацию пыльцы (в некоторых случаях до нуля), а также обеспечивать её пониженное содержание в последующие сутки. Незначительные осадки, продолжающиеся короткое время, при высоких температурах вызывают кратковременное понижение концентрации. При низких температурах влияние осадков отсутствует (рис. 11, 12).

Анализ содержания аллергенной пыльцы в пробах воздуха изучаемого региона разных месяцев сезона пыления выявил, что максимальная концентрации пыльцы наблюдается в мае (в среднем 69,5% от общего количества пыльцы). Второй по насыщенности атмосферы аллергенной пылью месяц – июнь (в среднем 17,2%). Самое низкое содержание пыльцы в атмосфере наблюдается в сентябре (в среднем 0,1%).

Таким образом, по предварительным оценкам, наиболее опасным для больных, страдающих поллинозами изучаемого региона, является месяц май, когда в атмосфере регистрируется одновременно максимальное количество пыльцы наиболее сильного ал-

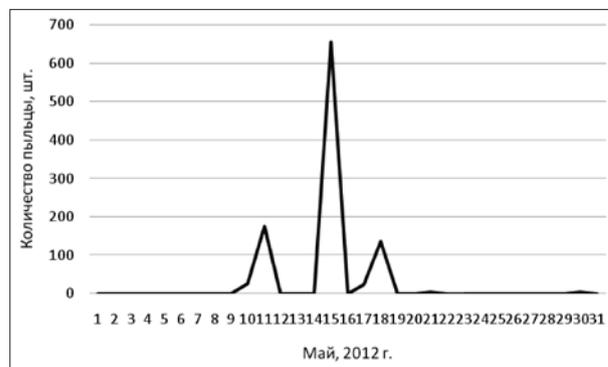


Рис. 11. Кривая изменения содержания пыльцы лиственницы в воздухе г. Микуня.

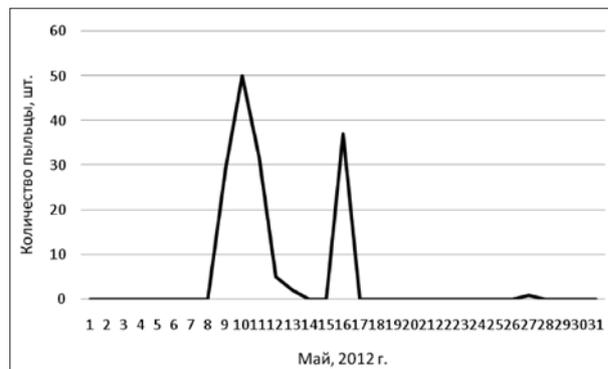


Рис. 12. Кривая изменения содержания пыльцы лиственницы в воздухе г. Ухты.

Таблица  
Вероятная дальность заноса пыльцы  
разных таксонов ветром [16]

Наименование таксона	Дальность заноса пыльцы
Larix (лиственница)	несколько сотен метров
Pinus (сосна)	500 – 1700 км
Picea (ель)	300 – 400 км
Abies (пихта)	1250 – 1300 км
Betula (берёза)	250 – 300 км
Alnus (ольха)	250 – 300 км
Quercus (дуб)	около 1 км
Tilia (липа)	в пределах ареала
Carpinus (граб)	в пределах ареала
Ulmus (вяз)	в пределах ареала
Травы	в пределах ареала

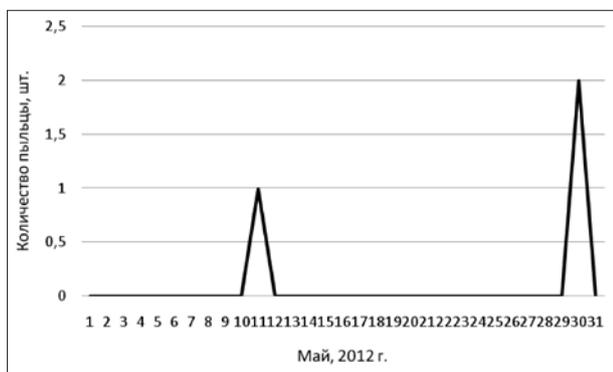


Рис. 13. Кривая изменения содержания пыльцы липы в воздухе г. Микуня.

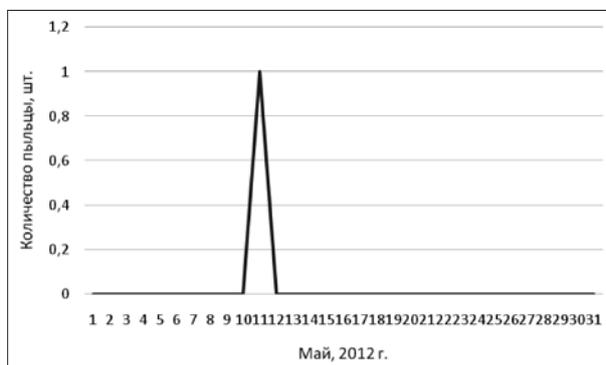


Рис. 14. Кривая изменения содержания пыльцы вяза в воздухе г. Микуня.

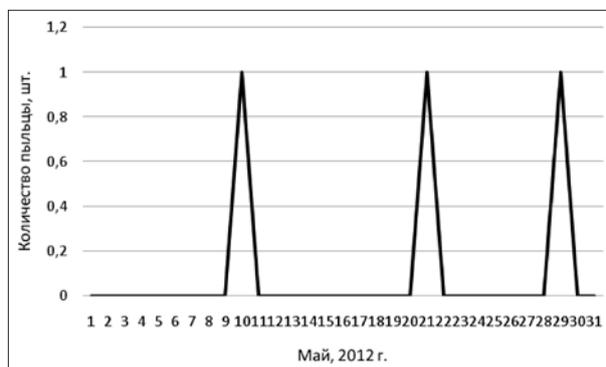


Рис. 15. Кривая изменения содержания пыльцы вяза в воздухе г. Ухты.

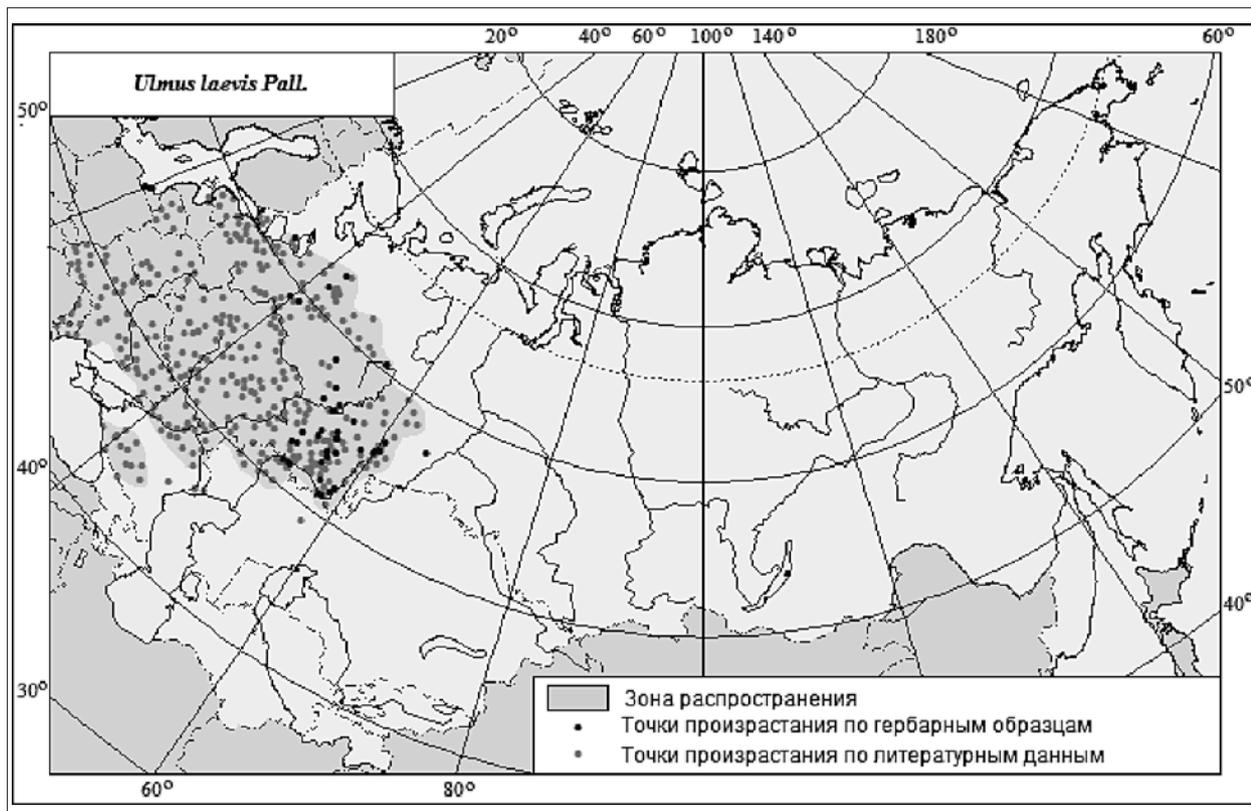


Рис. 16. Ареал распространения вяза [17].

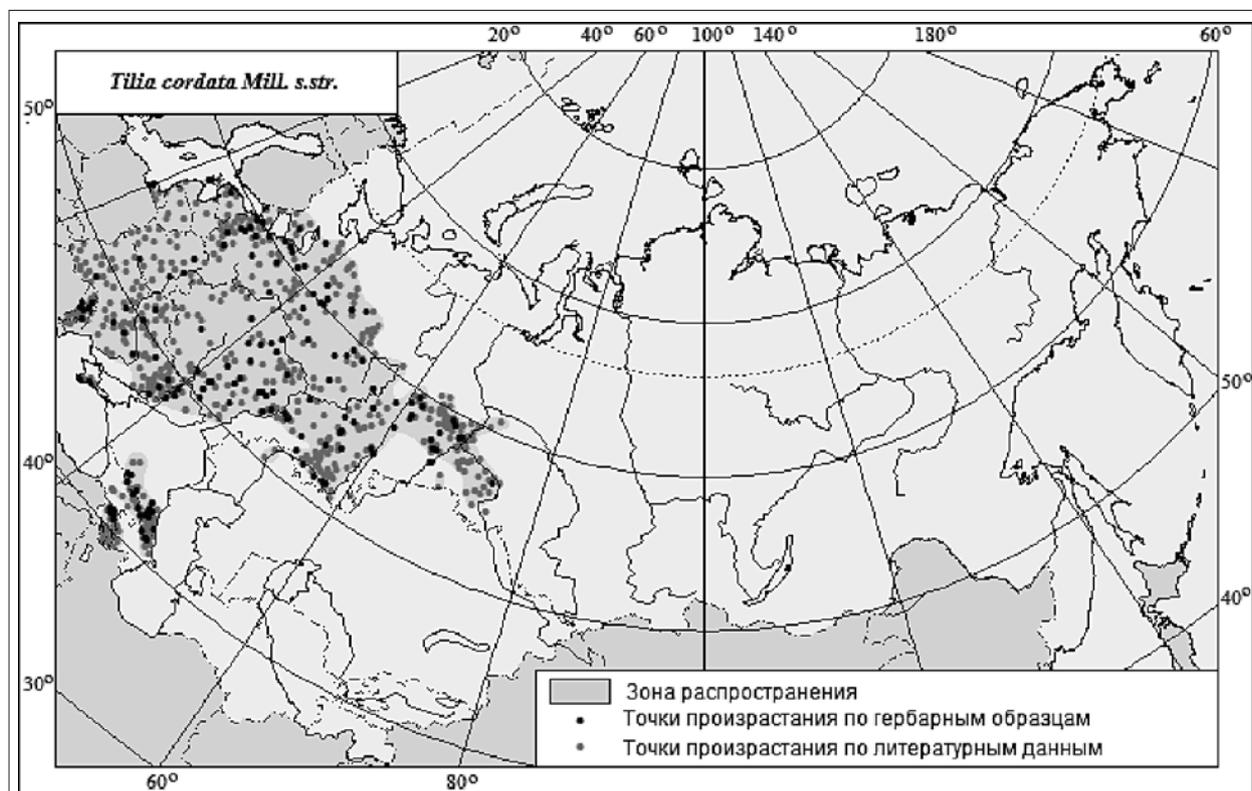


Рис. 17. Ареал распространения липы [17].

лергена – берёзы. В России пыльцой берёзы вызываются 30% респираторных аллергий.

Анализ и сопоставление времени пыления отдельных таксонов растений и появление пиковых концентраций пыльцы в воздухе показали, что пыльца ветроопыляемых растений в городах появляется раньше средних дат цветения этих видов в регионе, что можно объяснить как заносом из более южных регионов (табл.), так и более ранней и тёплой весной сезона 2012 г. для тех растений, которые не переносятся на дальние расстояния.

Так, регистрация пыльцы таких широколиственных пород, как липы (рис. 13) и вяза (рис. 14, 15), в спектрах исследуемого региона, вероятнее всего, связана с близостью северных границ ареалов этих видов (рис. 16, 17) к региону исследования.

В целом, гравиметрический метод наблюдений даёт возможность определить качественный состав спектра и определить относительное содержание пыльцы доминирующих таксонов, но не позволяет оценить концентрацию пыльцы в атмосфере. Для количественной оценки содержания пыльцы в атмосфере, разработки календаря и прогнозов пыления необходимо продолжить наблюдения с использованием стандартных международных методик (волюметрический метод) и применения современных приборов.

## Литература

1. Верткин А.Л., Турлубеков К.К., Дадыкина А.В. Острые аллергические заболевания. М.: Московский государственный медико-стоматологический университет, 2005. 24 с.
2. Пыцкий В. И., Адрианова Н. В., Артомасова А.В. Аллергические заболевания М.: Триада-Х, 1999. 470 с.
3. Польшнер С. А. Новое о сенной лихорадке // Энергия. 2006. № 6. С. 68–73.
4. Хаитов Р. М., Богова А. В., Ильина Н. И. Эпидемиология аллергических заболеваний России // Иммунология. 1998. № 3. С. 4–9.
5. Поллиноз, аллергия на пыльцу и календарь цветения // Режим доступа: <http://www.doctor-al.ru/article/445/9471/>.
6. Ненашева Г.И., Репин Н.В., Репин К.Н. Прикладные аспекты аэропаллинологических исследований на примере Алтайского края // Известия АГУ. 2011. № 3-1 (71). Науки о Земле. С. 84–87.
7. Северова Е. Э., Полевова С. В., Мейер-Меликян Н. Р., Бовина И. Ю. Таксономический состав аэропаллинологического спектра г. Москвы // Бюлл. Московского общества испытателей природы. Отдел. биол. 2000. Т. 105. Вып. 1. С. 44–50.
8. Дзюба О.Ф. Растения Санкт-Петербурга, вызывающие пыльцевую аллергию (поллинозы) // Жизнь и безопасность. 1999. № 3-4. С. 614–619.
9. Мейер-Меликян Н. Р., Северова Е. Э., Гапочка Г. П., Полевова С. В., Токарев П. И., Бовина И. Ю. Прин-

ципы и методы аэропалинологических исследований. М., 1999. С. 5–18.

10. Северова Е. Э. Особенности пыления березы по результатам многолетних наблюдений // Бюллет. Московского общества испытателей природы. Отдел. биол. 2004. Т. 109. Вып. 1. С. 53–55.

11. Дзюба О.Ф. Атлас пыльцевых зёрен (неацетоллизированных и ацетоллизированных), наиболее часто встречающихся в воздушном бассейне восточной Европы. М. 2005. 68 с.

12. Территориальный фонд информации по природным ресурсам и охране окружающей среды Республики Коми // Режим доступа: <http://www.agiks.ru/data/GeoMaster/Nature/Fgray/fgray1.htm>.

13. Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми / Под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева.

М.: Изд-во Дизайн. Информация. Картография, 2000. 512 с.

14. Атлас Республики Коми. М.: Изд-во Дизайн. Информация. Картография, 2001. 552 с.

15. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми в 2012 году. Сыктывкар, 2013. //Режим доступа: [http://gov.rkomi.ru/content/7564/2013.07.05\\_%D0%93%D0%94\\_2012.pdf](http://gov.rkomi.ru/content/7564/2013.07.05_%D0%93%D0%94_2012.pdf).

16. Сладков А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ М.: Наука, 1967. 270 с.

17. Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [Интернет-версия 2.0]. 2008. // Режим доступа: <http://www.agroatlas.ru>.