

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С УЧЕТОМ ПОГОДНЫХ ДАННЫХ

ANALYSIS OF THE RESULTS OF AERIAL PALYNOLOGICAL MONITORING BASED ON WEATHER DATA

**L. Novoselova
V. Shklyayev
N. Minaeva**

Summary. The paper considers the features of the atmospheric transport of pollen grains of 15 allergenic plant species. Analysis of the monitoring results revealed that the most significant amount of pollen grains refers to birch, nettle, pine and poplar. In May, birch and hazel give the main amount of allergic bioaerosol. In the period from June to August, cereals, nettle, wormwood, sorrel, plantain are the source of pollen emission. A good quantitative relationship was found between the content of plantain and sorrel pollen grains; cereals and wormwood; cereals and nettles; hazel and plantain.

Based on ten-day data, a relationship was revealed between the number of pollen grains, the number of days with precipitation, and the average ten-day air temperature. Quantitative estimates of this relationship change in different periods of plant flowering and can be both positive and negative. To take into account the direction of the wind accompanying the transfer of bioaerosol, daily radio sounding data for the period from April to August from 2010 to 2019 were used.

The grouped data made it possible to obtain that in some years the highest concentration of birch pollen grains in May may not correspond to the predominant direction of the main transport, which may be due to the influence of less distant emission sources.

Keywords: pollen monitoring, pollen grains, pollinosis, allergies, precipitation, ten-day air temperature, atmospheric boundary layer.

Новоселова Лариса Викторовна

*Д.б.н., профессор, Пермский государственный
национальный исследовательский университет
Novoselova@psu.ru*

Шкляев Владимир Александрович

*К.з.н., доцент, Пермский государственный
национальный исследовательский университет;
Уральский государственный НИИ региональных
экологических проблем, г. Пермь
shklyayevvl@yandex.ru*

Минаева Наталья Витальевна

*Д.м.н., профессор, Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера
docnvm@mail.ru*

Аннотация. В работе рассмотрены особенности атмосферного переноса пыльцевых зерен 15 аллергенных видов растений. Анализ результатов мониторинга выявил, что наиболее существенное количество пыльцевых зерен древесных растений относится к березе, травянистых — к крапиве. В мае основное количество аллергенного биоаэрозоля дает береза и лещина. В период с июня по август источником эмиссии пыльцы являются злаки, крапива, полынь, щавель, подорожник. Была выявлена хорошая количественная связь между содержанием пыльцевых зерен подорожника и щавеля; злаков и полыни; злаков и крапивы; лещины и подорожника. На основе декадных данных была выявлена связь между количеством пыльцевых зерен, числом дней с осадками и средней декадной температурой воздуха. Количественные оценки такой связи изменяются в различные периоды пыления растений и могут быть как положительными, так и отрицательными. Для учета направления ветра, сопутствующего переносу биоаэрозоля, использовались ежедневные данные радиозондирования за период с апреля по август с 2010 по 2019 гг. На основании сгруппированных данных установлено, что в отдельные годы наибольшая концентрация пыльцевых зерен березы в мае может не соответствовать преобладающему направлению основного переноса, что может быть следствием влияния менее удаленных источников эмиссии.

Ключевые слова: аэропалинологический мониторинг, пыльцевые зерна, поллиноз, аллергия, атмосферные осадки, декадная температура воздуха, пограничный слой атмосферы.

Введение

За последние десятилетия во многих странах мира регистрируется рост аллергопатологии, в том числе пыльцевой аллергии (поллиноза) [10]. Известно, что важными источниками поллинозов являются около 100 видов растений, чья роль подтверждена

аллергологическими исследованиями [3]. Отмечено, что высокая распространенность поллиноза наблюдается в Северо-Кавказском, Поволжском и Уральском регионах России (до 80% всех больных аллергическим ринитом) [6, 8, 17]. Среди детей Пермского края общая заболеваемость аллергическим ринитом (поллинозом) увеличилась с 2005 г. на 34,6% и была сопоставима

с данными по Российской Федерации и Приволжскому федеральному округу [3].

Пыльцевые зерна аллергенных растений — распространенная причина не только аллергического ринита, но и других заболеваний (аллергического конъюнктивита и даже астмы). В связи с высокой распространенностью респираторной аллергии данные о содержании в воздухе пыльцы аллергенных растений имеют важное медицинское и социально-экономическое значение.

Данные о пыльце используются для решения многих актуальных вопросов аллергологии [2, 6]. Обсуждаются новые подходы к профилактике и лечению поллиноза на основе персонализированного прогноза, связанного с чувствительностью пациента, концентрацией и видом пыльцы [7, 12]. Врачу важно определить пороговые уровни пыльцы, при которых развиваются клинические симптомы ринита, конъюнктивита, астмы [7, 14, 15]. Пациентам нужна информация о ежегодном начале, продолжительности сезона выделения пыльцы, концентрации пыльцевых зерен в атмосферном воздухе, чтобы определить время начала лечения и его объем для контроля симптомов. При путешествии за пределы обычного места проживания пациент хочет иметь информацию о риске потенциальных симптомов пыльцевой аллергии. Исследователям необходимо точно документировать воздействие аллергена (пыльцы) при проведении клинических исследований, например, при аллергенспецифической иммунотерапии [7, 13].

Научный интерес представляет изучение закономерностей эмиссии и распространения пыльцы аллергенных растений [18]. Существенные региональные различия содержания пыльцы обосновывают необходимость интеграции локальных данных и глобальной оценки проблемы [19]. Интерес представляет оценка взаимодействия между пыльцой и атмосферными условиями или загрязнением воздуха [11, 16].

Особенности сезонной динамики количества пыльцевых зерен

С 2010 по 2019 гг. в г. Перми проводился аэропаллинологический мониторинг, данные которого проанализированы в связи с влиянием погодных условий. Пыльцеуловитель установлен на высоте около 20 м, на крыше восьмиэтажного здания, расположенного на территории Пермского государственного национального исследовательского университета. Для идентификации принадлежности пыльцевых зёрен были использованы атласы, палинологические пособия и материалы международной палинологической базы данных (Pollen Databases) [4, 20].

Количество пыльцевых зерен изменяется в значительных пределах, как за отдельные годы, так и для различных видов растений. Анализ результатов мониторинга выявил, что количество пыльцевых зерен березы намного превосходит все остальные виды (табл. 1). Также наблюдается достаточно большое количество пыльцы сосны и тополя, в отдельные годы — вяза, а из трав — крапивы и полыни.

Определяющим фактором годового различия количественного состава пыльцевых зерен являются погодные условия. К ним относятся температура и влажность воздуха, направление и скорость переноса биоаэрозолей от региональных и удаленных источников, а также интенсивность выпадающих осадков. Количество пыльцевых зерен в воздухе зависит также от их размеров и массы. Характерные размеры зерен пыльцы составляют 12–50 мкм при массе от 4 до 75 нг [1]. Таким образом, учитывая небольшую скорость оседания пыльцевых зерен, они могут находиться в атмосфере достаточно длительное время и переноситься на значительные расстояния, вовлекаясь в трансграничный перенос.

Изменение количества пыльцевых зерен в течение сезона можно оценить по данным табл. 2. Выделяются растения, цветущие в апреле (ольха, вяз), а на май приходится период пыления большинства деревьев, произрастающих на территории Пермского края: березы, сосны, тополя, ели, клена. Ареал распространения дуба и лещины составляет небольшую площадь в южных районах края, в связи с этим, по-видимому, значительное количество пыльцы этих видов переносится из-за пределов Пермского края.

Следующую группу составляют растения, цветущие в период с июня по август. Это злаки, крапива, полынь, щавель и подорожник. Растения амброзии, являющиеся одним из самых опасных аллергенов, не встречаются на территории Пермского края; ее пыльцевые зерна наблюдаются в пыльцевом спектре не каждый сезон. Это можно объяснить заносом пыльцевых зерен данного растения с территорий соседних регионов.

В течение периода исследования наблюдались существенные колебания количества пыльцевых зерен. Среднее квадратическое отклонение (σ) для количества пыльцевых зерен березы составило 14197, при среднем значении 17575 (табл. 3). Анализ коэффициента вариации показал, что наибольшие колебания количества пыльцевых зерен наблюдаются у щавеля и подорожника, соответственно 1,71 и 1,69. Это может быть объяснено существенным влиянием погодных условий на данные растения. Наиболее устойчиво количество пыльцевых зерен тополя, коэффициент вариации ра-

Таблица 1. Суммарное количество пыльцевых зерен за отдельные годы

Растение	Год									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Береза <i>Betula</i>	19478	19764	4483	1057	37541	20314	37487	3024	5784	32094
Клен <i>Acer</i>	1110	1775	264	0	25	233	1515	480	698	620
Ольха <i>Alnus</i>	206	74	274	10	180	171	720	28	158	820
Вяз <i>Ulmus</i>	23	9	2	441	811	586	2999	152	105	260
Ель <i>Picea</i>	91	242	242	2	2084	12	1496	324	62	3182
Сосна <i>Pinus</i>	2177	5133	1390	20	4627	4935	1195	1286	1778	3466
Тополь <i>Populus</i>	186	901	1287	1275	1827	2489	736	1894	692	1314
Злаки <i>Poaceae</i>	446	861	1100	180	391	2147	238	766	916	522
Полынь <i>Artemisia</i>	913	917	1483	575	662	3086	30	970	2000	206
Щавель <i>Rumex</i>	2176	2700	1240	48	154	399	101	90	80	0
Крапива <i>Urticaceae</i>	856	1150	11561	1864	7879	26879	494	5386	11308	2886
Дуб <i>Quercus</i>	180	53	3	9	375	192	2	132	72	8
Лещина <i>Coryllus</i>	124	206	225	0	0	6	43	100	28	2
Подорожник <i>Plantago</i>	961	1319	625	125	16	71	18	10	136	6
Амброзия <i>Ambrosia</i>	20	4	20	2	6	4	4	0	14	22

Таблица 2. Среднее декадное количество пыльцевых зерен в отдельные месяцы сезона, 2010–2019 г.

Растение	Месяц, декады														
	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Берёза	6	62	457	10815	5634	1043	125	45	11	22	8	3	1,7	1,4	0,4
Клен	0	2	64	388	155	33	6	0,9	0,1	0	22	0	0	0	0
Ель	0	0	0	37	470	181	54	16	4	4	3	1,4	1,2	0,4	6
Сосна	0,2	0,9	0,7	64	363	1644	297	195	16	11	5	1,9	0,5	0,6	0,8
Тополь	0,3	20	271	842	145	16	5	1,2	0,2	0	0	0	0	0	0
Ольха	29	173	52	22	2	0,8	0,2	0,4	0	2	0	0	0	0	0
Вяз	101	223	55	127	33	34	0,6	0,2	0,4	0	0	2	0	0	0
Злаки	0	0	0	0	8	3	23	101	224	168	125	51	18	24	14
Полынь	0	0	0	0	0	0	0	0,2	1,8	7	87	358	428	172	32
Щавель	0	0	0	0	0	1,5	20	25	148	315	121	58	14	6	1,3
Крапива	0	0	0	0	0	1,9	28	273	1123	1084	1730	1593	721	363	68
Дуб	0	1	1	27	43	9	17	2	2	0,3	0,4	0	0	0	0
Лещина	0,7	5	8	22	6	7	6	1,8	2	6	8	0,8	0	2	0
Подорожник	0	0	0	0	0	8	4	10	110	137	23	19	17	6	0,6
Амброзия	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	1,4	0,2	0,2	1,9	2

Таблица 3. Некоторые статистические характеристики результатов мониторинга пыльцевых зерен

Растение	Среднее значение	σ	Коэффициент вариации	Растение	Среднее значение	σ	Коэффициент вариации
Береза	17575	14197	0,81	Полынь	1084	906	0,84
Клен	622	614	0,99	Щавель	581	994	1,71
Ольха	271	280	1,03	Крапива	7754	8134	1,05
Вяз	627	906	1,44	Дуб	97	120	1,24
Ель	875	1103	1,26	Лещина	70	86	1,24
Сосна	2564	1807	0,71	Подорожник	280	473	1,69
Тополь	1309	676	0,52	Амброзия	8	8	1,00
Злаки	770	575	0,75				

Таблица 4. Средняя декадная величина некоторых метеорологических параметров 2010–2019 г.

Параметр	Месяц, декады														
	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Число дней с осадками	4,9	4	5	4,6	3,3	4,7	5,9	4,9	4,3	4,5	4,6	4,7	4	4,7	6,6
Температура воздуха	2,4	4,5	5,9	9,9	12,3	13,8	14,6	15,7	18,6	18,0	18,5	18,6	18,6	17,2	13,9
ГТК	0,1	0,1	0,1	0,6	0,5	0,7	2,5	1,7	1,4	1,9	1,6	1,4	1,6	2,0	1,8
ГТК-2	0,4	0,8	1,4	1,2	0,8	1,0	2,9	1,9	1,4	2,0	1,6	1,4	1,6	2,1	2,2
ГТК-3	0,8	1,1	1,3	1,2	0,8	1,0	2,9	1,9	1,4	2,0	1,6	1,4	1,6	2,1	2,9

вен 0,52, одной из причин такой величины может быть существование значительного ареала этих деревьев в городе вблизи от точки мониторинга.

Выявление роли погодных условий на количество пыльцевых зерен в биоаэрозоле

Анализ влияния погодного фактора на интенсивность переноса пыльцы включал следующие этапы. Определялось суммарное количество пыльцевых зерен за декаду. К характеристикам погодных условий относились средняя температура воздуха за каждую декаду, количество дней с осадками, а также комплексный коэффициент — гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Последний определялся по следующей формуле $K=R \cdot 10 / \Sigma t$. Здесь R — сумма осадков за декаду в дни с температурой воздуха более 10°C; Σt — сумма температуры воздуха за декаду. Этот коэффициент учитывает влияние как температуры воздуха, так и осадков. Суточные температуры воздуха и осадки были выбраны с сайта ВНИИГМИ-МЦД [21]. Исследовалось также направление переноса пыльцевых зерен.

Исследование связи между количеством пыльцевых зерен различных растений указывает на однотипность влияния погодных условий. Как было показано

ранее, наиболее тесным образом связано количество пыльцевых зерен подорожника и щавеля: коэффициент корреляции равен 0,99, для злаков и полыни $r=0,92$, злаков и крапивы $r=0,91$, лещины и подорожника $r=0,81$. Значимой также будет связь между количеством пыльцевых зерен ели и ольхи, ели и березы, тополя и клена, но последняя будет отрицательна. Наличие тесной связи между количеством пыльцы различных видов растений свидетельствует о том, что их фазы развития и период цветения, которые определяются погодным фактором, совпадают.

Средние за период величины числа дней с осадками, температуры воздуха и ГТК, приведены в табл. 4. Гидротермический коэффициент представлялся в нескольких вариантах. В связи с тем, что период пыления многих растений начинается в апреле, когда суточная температура воздуха не превышает 10°C, обычно величина ГТК не превышает 0. В этом случае в расчетную формулу были внесены изменения, которые использовали не суточную температуру воздуха, а максимальную. В таблице он обозначен как ГТК-2. Кроме этого, использовалась другая предельная температура воздуха, равная 5 °C. Такой коэффициент был обозначен как ГТК-3.

Основные различия в величине ГТК относятся к весеннему периоду, а летом рассчитанные значения почти

Таблица 5. Наличие связи количества пыльцевых зерен и числа дней с осадками

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	-0,29±0,09	-0,37±0,12	нет	Дуб	-0,23±0,16	-0,27±0,13	0,19±0,13
Клен	-0,38±0,15	-0,31±0,12	нет	Злаки	слабая	слабая	слабая
Ольха	нет	нет	слабая	Полынь	нет	нет	нет
Вяз	слабая	слабая	0,26±0,18	Подорожник	-0,24±0,13	нет	-0,25±0,10
Ель	-0,29±0,13	-0,26±0,19	слабая	Щавель	-0,21±0,12	нет	-0,23±0,10
Сосна	слабая	нет	нет	Крапива	нет	нет	нет
Тополь	слабая	нет	нет	Лещина	нет	нет	нет

Таблица 6. Наличие связи количества пыльцевых зерен и средней температуры воздуха

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	нет	0,42±0,12	-0,26±0,10	Дуб	нет	0,37±0,12	-0,35±0,12
Клен	нет	0,30±0,13	нет	Злаки	0,39±0,10	нет	0,29±0,10
Ольха	-0,19±0,14	-0,22±0,13	-0,23±0,18	Полынь	0,22±0,12	нет	нет
Вяз	-0,21±0,16	нет	-0,41±0,17	Подорожник	0,32±0,13	нет	0,26±0,10
Ель	нет	0,37±0,18	-0,29±0,10	Щавель	0,28±0,10	0,34±0,18	0,23±0,10
Сосна	нет	0,49±0,11	-0,25±0,10	Крапива	нет	слабая	0,20±0,10
Тополь	нет	слабая	нет	Лещина	нет	нет	нет

Таблица 7. Наличие связи количества пыльцевых зерен и ГТК

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	слабая	нет	нет	Дуб	нет	нет	нет
Клен	-0,21±0,16	нет	нет	Злаки	нет	нет	нет
Ольха	нет	нет	нет	Полынь	нет	нет	нет
Вяз	слабая	нет	нет	Подорожник	-0,26±0,13	нет	-0,25±0,10
Ель	-0,23±0,14	нет	нет	Щавель	-0,21±0,12	0,36±0,18	-0,20±0,10
Сосна	нет	0,39±0,12	нет	Крапива	нет	0,37±0,18	нет
Тополь	нет	нет	нет	Лещина	нет	нет	нет

не изменяются. В этом случае роль этого комплексного показателя будет существенной в весеннее время. Вычисляемые коэффициенты корреляции относились к различным объемам выборки. Так r1 соответствовал всему объему выборки декадных значений за 10 лет наблюдений. Коэффициент r2 определялся для весенних месяцев, за апрель и май. За декады, отнесенные к летним месяцам, определялся коэффициент r3.

Осадки могут приводить к захвату дождевыми каплями пыльцевых зерен и их осаждению, что приводит к уменьшению концентрации пыльцы. В этом случае коэффициент корреляции будет отрицательным. Это отражено в табл. 5. Отрицательные значения коэффициентов корреляции наблюдаются как для всего теплого периода (r1), так и для весенних месяцев (r2). Летом связи концентрации пыльцы с осадками могут быть как положительными, так и отрицательными. Значения коэффициентов корреляции невелики.

Связь количества пыльцевых зерен с декадной температурой воздуха в течение всего теплого периода может изменяться с прямой на обратную (табл. 6). В весенние месяцы она, как правило, положительная (r2). Исключение составляет ольха, которая при увеличении температуры воздуха уменьшает интенсивность пыления. Летом для древесных растений коэффициент корреляции отрицательный (r3), а для травянистых растений — положительный.

Комплексный коэффициент ГТК связан с количеством пыльцевых зерен значительно слабее, чем число дней с осадками и декадная температура воздуха (табл. 7–9). Различные варианты ГТК незначительно меняют качество связей в течение отдельных сезонов.

Перенос пыльцевых зерен возможен от различных источников, включая те, которые расположены на большом удалении за пределами Пермского края. Высота,

Таблица 8. Наличие связи количества пыльцевых зерен и ГТК-2

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	слабая	нет	0,20±0,13	Дуб	нет	нет	0,34±0,12
Клен	-0,30±0,15	нет	нет	Злаки	нет	нет	нет
Ольха	нет	0,22±0,13	нет	Полынь	нет	нет	нет
Вяз	нет	0,21±0,13	нет	Подорожник	-0,27±0,13	нет	-0,26±0,10
Ель	-0,22±0,14	слабая	0,26±0,10	Щавель	-0,23±0,12	нет	-0,22±0,10
Сосна	нет	нет	нет	Крапива	нет	нет	нет
Тополь	нет	нет	нет	Лещина	нет	нет	нет

Таблица 9. Наличие связи количества пыльцевых зерен и ГТК-3

Растение	r1	r2	r3	Растение	r1	r2	r3
Береза	-0,19±0,10	нет	нет	Дуб	нет	нет	0,34±0,12
Клен	-0,26±0,15	нет	нет	Злаки	нет	нет	нет
Ольха	нет	нет	нет	Полынь	нет	нет	нет
Вяз	0,29±0,16	нет	нет	Подорожник	-0,27±0,13	нет	-0,25±0,10
Ель	-0,23±0,14	нет	0,23±0,10	Щавель	-0,23±0,12	нет	-0,22±0,10
Сосна	слабая	нет	нет	Крапива	нет	нет	нет
Тополь	нет	нет	нет	Лещина	нет	нет	нет

на которой необходимо определять направление ветра, должна быть выше приземного слоя и составлять не менее нескольких сотен метров, так как перенос пыльцевых зерен происходит в теплое время года. Так, проведенные исследования показали, что утренние и ночные инверсии могут наблюдаться в 60–80% случаев, а в дневное время — в 8–18% [9]. Мощность приземных инверсий в теплый период года может составлять около 200 м. Днем при прогреве и развитии конвекции высота пограничного слоя может составлять 1000–1500 м. Следовательно, высота переноса может составлять около 1000 м, что соответствует изобарической поверхности 925 гПа. Особенности направлений переноса уже исследовались ранее [5]. Анализ полученных данных показывает, что сезонное распределение ветра и направление основного переноса пыльцевых зерен, как правило, не совпадают.

Более детальное представление об основных направлениях переноса пыльцевых зерен можно получить, если анализировать отдельные месяцы исследуемого периода наблюдений за определенные годы. Так, при наибольшей концентрации пыльцевых зерен березы в мае, направление основного переноса может существенно отличаться от преобладающего направления ветра и изменяться на противоположное. Например, в 2014 г. основное направление переноса было юго-западным, а в 2019 г. — северо-восточным.

Такое соотношение преобладающего направления ветра и направления переносимых пыльцевых зерен указывает на то, что источник эмиссии пыльцы данного вида расположен вблизи от точки мониторинга, и он является

достаточно интенсивным. Кроме этого, следует учитывать, что в течение месяца период наибольшей эмиссии обычно составляет от 1 декады до 1,5. Например, в мае 2014 г. такой период наблюдался с 10 по 16 число. В 2016 г. период с наибольшим количеством пыльцевых зерен приходился на 3–12 мая, а в 2019 г. — на 4–11 мая.

Заключение

Результаты аэропалеонтологического мониторинга свидетельствуют о широком спектре состава пыльцевых зерен и значительной вариации их количества как в течение отдельных сезонов, так и в течение всего периода наблюдений на территории Перми. В первую очередь это может быть связано со значительным влиянием погодных условий: направлением и скоростью ветра, температурно-влажностным режимом территории Пермского края и соседних регионов, количеством и интенсивностью осадков. Погодные условия, существенно изменяются от года к году.

Выявлена связь между количеством пыльцевых зерен, числом дней с осадками и среднедекадной температурой воздуха, а также гидротермическим коэффициентом. Вычисленные коэффициенты корреляции указывают на наличие как прямой, так и обратной связи между рассматриваемыми характеристиками. Величина коэффициентов корреляции может существенно изменяться от сезона к сезону, а знак может меняться на противоположный. Особенности переноса пыльцевых зерен определяются не только полем ветра, но и интенсивностью эмиссии от региональных и удаленных источников. При значительном количестве пыльцы воздействие растений,

произрастающих в соседних регионах, в большей степени соответствуют преобладающему в этот период направлению ветра. Если велика интенсивность источников эмиссии, расположенных как вблизи от точки мониторинга, так и на значительном расстоянии от нее, то чаще всего наибольшая концентрация пыльцевых зерен не соответствует преобладающему направлению ветра.

Данное исследование решает междисциплинарную задачу по уточнению влияния погодных условий на особенности сезонной динамики пыльцевых зерен аллергенных растений. Результат исследования актуален для медицины, для выработки стратегии и персонализированной тактики профилактики и лечения пациентов с поллинозом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головкин В.В., Истомин В.Л., Куценогий К.П. Определение массы индивидуальных пыльцевых зерен сибирских растений Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2011. 132 с.
2. Дзюба О.Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды (СПб: изд-во «Недра»). 2006. 198 с.
3. Минаева Н.В., Новоселова Л.В., Плахина К.В., Ширяева Д.М. Пыльцевая сенсibilизация и аэропалинологический мониторинг в определении значимых аллергенов при раннем весеннем поллинозе // Российский аллергологический журнал. 2015. № 2. С. 19–24
4. Ненашева Г.И. Аэропалинологический мониторинг аллергенных растений г. Барнаула (Ин-т водн. и экол. проблем). Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2013. 132 с.
5. Новоселова Л.В., Шварц К.Г., Шкляев В.А. Анализ результатов аэропалинологического мониторинга в г. Перми и определение основных направлений переноса пыльцевых зерен // CITES'2021. Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде. Москва 22–26 ноября 2021 г. С. 53–57.
6. Терехова Е.П. Современные методы лечения сезонной аллергии: роль антигистаминных препаратов // Эффективная фармакотерапия. Аллергология и иммунология. 2017. № 1. С. 14–24.
7. Ширяева Д.М., Минаева Н.В., Корюкина И.П., Чичагов В.В., Новоселова Л.В. Прогностическая модель вероятности появления клинических симптомов сезонного риноконъюнктивита // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2018; Т. 97, № 2. С. 44–49
8. Ширяева Д.М., Минаева Н.В., Новоселова Л.В. Экологические аспекты поллинозов. Обзор литературы // Экология человека. 2016. № 12. С. 3–10.
9. Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Исследование инверсий нижней атмосферы по результатам наблюдений температурного профиломера и радиозондирования // Географический вестник. Перм. ун-т. 2014. — № 4 (31). С. 62–66.
10. Allergy Statistics and Facts | Allergy Information | Allergy UK. [Электронный ресурс], 19.01.2022. URL: <https://www.allergyuk.org/information-and-advice/statistics>
11. Grass pollen counts, air pollution levels and allergic rhinitis severity / I. Annesi- Maesano [and oth.] // International archives of allergy and immunology. — 2012. V. 158, № 4. P. 397–404.
12. Development of personal pollen information — the next generation of pollen information and a step forward for hay fever sufferers / M. Kmenta [and oth.] // International journal of biometeorology. — 2014. V. 58, № 8. P. 1721–1726.
13. European Medicines Agency Committee for Medicinal Products for Human Use (CHMP) guideline on the evaluation of anticancer medicinal products in man / 2. for Medicinal Products for Human Use [and oth.] // London, UK: European Medicines Agency. — 2006.
14. Effects of airborne birch pollen levels on clinical symptoms of seasonal allergic rhinoconjunctivitis / D. Caillaud [and oth.] // International archives of allergy and immunology. — 2014. V. 163, № 1. P. 43–50.
15. Nonlinear short-term effects of airborne Poaceae levels on hay fever symptoms / D.M. Caillaud [and oth.] // Journal of allergy and clinical immunology. — 2012. V. 130, № 3. P. 812.
16. Polycyclic aromatic hydrocarbons from diesel emissions exert proallergic effects in birch pollen allergic individuals through enhanced mediator release from basophils / S. Lubitz [and oth.] // Environmental Toxicology: An International Journal. — 2010. V. 25, № 2. P. 188–197.
17. Sofiev M., Bergmann K. Allergenic pollen a review at the production release, distribution and health impacts // Springer Science + Business Media. Dordrecht, 2013. 217 p.
18. Sofiev M. On impact of transport conditions on variability of the seasonal pollen index // Aerobiologia. — 2017. V. 33, № 1. P. 167–179.
19. Spatial and temporal variations in airborne Ambrosia pollen in Europe / B. Sikoparija [and oth.] // Aerobiologia. — 2017. V. 33, № 2. P. 181–189.
20. Thibaudon M., Savli R. Lecture "Is pollen a pollutant?" — URL: <https://tinyurl.com/422jmscz>.
21. <https://www.paldata.org>
22. <http://meteo.ru/data>

© Новоселова Лариса Викторовна (Novoselova@psu.ru),

Шкляев Владимир Александрович (shkliaevvl@yandex.ru), Минаева Наталья Витальевна (docnvm@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»