

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт экономики, управления и природопользования
Кафедра географии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.Ю. Ямских

подпись инициалы, фамилия

« 20 » 06 20 16 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Аэропалинологический мониторинг городских территорий
(на примере г. Красноярска)

тема

05.04.06 Экология и природопользование

код и наименование направления

05.04.06.03 Геоэкология

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель Г.Ю. Ямских проф. д-р, геогр. наук

20.06.16. подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник О.А. Малашенко

20.06.16. подпись, дата

инициалы, фамилия

Рецензент Г.И. Ненашева доцент, канд. геогр. наук

27.06.16. подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: Аэропалинологический мониторинг городских территорий (на примере г. Красноярск).

Содержит 67 страниц текстового документа, 65 использованных источников, 10 таблиц и 20 рисунков.

Объект исследования – пыльца растений.

Предмет исследования – динамика пыления на территории г. Красноярск

Цель работы – анализ и выявление закономерностей пространственно-временной динамики пыльцевого дождя в урбанизированных условиях.

В результате проведенного исследования были изучены литературные источники по данной теме, освоена методика анализа аэропалинологического материала, проанализировано пространственное распределение растительного покрова на территории г. Красноярск, изучена сезонная динамика «пыльцевого дождя», выделены основные фазы пыления, построен усредненный календарь пыления основных аллергенных растений г. Красноярск.

В ходе исследования было установлено три волны пыления: аэропалинологический спектр первой волны (апрель-май) характеризуется преобладанием в спектре древесных таксонов, вторая (коней мая – середина июля) – наличием древесных и травянистых, третья (середина июля – конец лета) – преобладанием травянистых таксонов.

Всего была зарегистрирована пыльца из 14 семейств. Основную часть видового разнообразия пыльцевого дождя составила пыльца 7 таксонов.

Ключевые слова: аэрополинология, импакторная ловушка, календарь пыления, пыльцевой спектр, поллиноз.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Аэропалинологические исследования.....	8
2	Краткая физико-географическая характеристика территории г. Красноярск	13
2.1	Особенности рельефа и геологического строения.....	13
2.2	Характеристика климата.....	15
2.3	Почвы.....	19
2.4	Растительный покров.....	20
3	Методические основы аэропалинологического метода.....	27
3.1	Методика обработки результатов наблюдения.....	27
3.2	Таксономический анализ аэропалинологического спектра.....	32
3.3	Аллергенные растения в г. Красноярске и районы их распространения...	37
4	Результаты аэропалинологических исследований.....	42
4.1	Метеоусловия в 2015 году.....	47
4.2	Палинация в 2015 году.....	50
4.3	Особенности поллинозов.....	51
4.4	Пыльцевые аллергены.....	54
	Заключение.....	59
	Список использованных источников.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Аэропалинология — область современной биологии, изучающая пассивно циркулирующие в атмосфере пыльцевые зерна и споры растений. Термин «аэробиология» был предложен в 30-х гг. XX в. для описания микроорганизмов верхних слоев атмосферы. Позднее термин был расширен.

В настоящее время к аэробиологическим объектам относят все биологические частицы, циркулирующие в атмосфере: вирусы, бактерии, водоросли, грибы, споры, пыльцевые зерна, фрагменты лишайников, растений, насекомых, простейшие и т. д.

Абиотические частицы и газы (дым, смог, пыль и др.), влияющие на живые организмы, в настоящее время рассматриваются в рамках аэробиологических исследований [28].

Пыльца растений «наиболее объективно может продемонстрировать, насколько благоприятна или, наоборот, опасна обстановка в том или ином регионе для человека и позволит избежать нежелательных эффектов» [29].

Основные задачи аэропалинологических наблюдений — изучение качественного и количественного составов аэроспектра, выявление сезонной и суточной динамики пыления растений.

Для решения данных задач разработана методика аэропалинологических исследований. В настоящее время для улавливания пыльцы из воздуха существует значительное количество пылевых ловушек. Все многообразие пылевых ловушек основано на использовании двух принципов улавливания биологических частиц: с помощью гравитации: гравитационные (взвешенные в воздухе частицы осаждаются под действием силы тяжести на горизонтальную поверхность) и импакторные — взвешенные в воздухе частицы движутся вместе с потоком воздуха и осаждаются на поверхности различных типов и ориентации.

Работы разных авторов свидетельствует о широком распространении в мире поллинозов. С каждым годом увеличивается число людей чувствительных к пыльце. Аллергию сегодня называют «Чумой XXIII века».

Данные эпидемиологических исследований показывают, что от 5 до 30% людей в общей популяции страдают пыльцевой аллергией. От поллинозов страдает около 15-20% населения Европы. В Англии распространенность аллергических заболеваний составляет в среднем 16%, в Дании - 19%, в Германии - от 13 до 17%. В других странах мира обследования, проведенные среди различных социальных слоев населения, дали сходные результаты. Многочисленные эпидемиологические исследования, проведенные в России, выявили высокий уровень распространения аллергических заболеваний - от 13 до 35%. По последним данным в России поллинозом страдает около 10% детей и 20-30% взрослого населения.

Поэтому аэрополинологические исследования в настоящее время актуальны и необходимы для объяснения характера течения заболевания в зависимости от региональных и флористических особенностей, специфики видового состава растений, сроков и последовательности их цветения, пыльцевой продуктивности, качественного и количественного состава пыльцы в воздухе.

Пыльцевые зерна обладают способностью адсорбировать на своей поверхности различные вещества и частицы небиологического происхождения, могут переносить пыль и разнообразные поллютанты на значительные расстояния. Под воздействием окружающей среды белковый состав и аллергенные свойства самих пыльцевых зерен могут претерпевать серьезные изменения, что, как правило, вызывает усиление ответной аллергической реакции организма человека. Загрязнение окружающей среды приводит к увеличению периода пыления растений. Поэтому мониторинг за пылью аллергенных растений городов особенно актуален [17].

Установление причины поллиноза необходимо для правильного подбора диагностических и лечебных аллергенов, оптимальных сроков проведения специфической диагностики, профилактики и лечения. Начало заболеваний обычно совпадает по времени с цветением растений, являющихся аллергенами для человека, и симптомы, как правило, повторяются ежегодно в одно и то же время.

Поэтому постоянные аэропалинологические исследования необходимы для разработки системы оповещения населения и медицинских учреждений о концентрации пыльцы и спор в 1 м^3 воздуха для оценки аллергенной обстановки.

Решение этих вопросов связано с проблемой мониторинга аэропалинологического состояния атмосферы, с развитием постоянно действующей сети станций слежения за качественным и количественным составом пыльцевого дождя.

В 70-х годах в Европе начали создавать сеть станций для отслеживания аэропалинологического состояния атмосферы. В конце 80-х аэропалинологи большинства европейских стран объединились для разработки единой программы исследований, создания международной службы и единого банка аэропалинологических данных. Общеввропейский банк аэропалинологических данных объединяет информацию более 100 национальных станций аэропалинологического мониторинга из большинства европейских стран.

Начиная с 1993 года, банк данных предоставляет информацию о пылении разных растений на территории Европы и разрабатывает прогнозы пыления на основе текущих и многолетних аэропалинологических наблюдений и метеорологических данных.

В 1992 году в России первая аэропалинологическая станция появилась в МГУ им. М.В. Ломоносова. И только с 2004г. регулярные аэропалинологические наблюдения стали проводиться в городах: Астрахань, Барнаул, Екатеринбург, Иркутск, Краснодар, Москва, Нижний Новгород, Пермь, Пятигорск, Смоленск,

Санкт-Петербург, Ставрополь. На сегодняшний день в 23 городах России осуществляется аэропалинологический мониторинг.

На территории г. Красноярска, несмотря на увеличивающееся количество людей страдающих аллергическими заболеваниями (каждый третий житель города) подобных исследований не велось. Поэтому аэропалинологические исследования очень важны для жителей города Красноярска.

Целью данной работы является анализ и выявление закономерностей пространственно-временной динамики пыльцевого дождя в урбанизированных условиях. Достижение поставленной цели потребовало решение следующих задач:

1. Изучить литературные источники по вопросам: методика анализа аэропалинологического материала, аэропалинологический мониторинг.
2. Проанализировать пространственное распределения растительного покрова на территории г. Красноярска.
3. Исследовать качественные и количественные характеристики пыльцевого дождя г. Красноярска.
4. Изучить сезонную динамику пыления основных таксонов аэропалинологического спектра, разработать календарь пыления для северо-запада города Красноярска и выделить основные фазы пыления.

Теоретические положения и результаты диссертационного исследования частично опубликованы в сборнике Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. Принципы организации полиномониторинга в г. Красноярске Выпуск 18. Т.1– Абакан: Изд-во ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», 2014. – С. 56-57

1 Аэропалинологические исследования

Палинология - отрасль ботаники, изучающая пыльцу и споры, главным образом их оболочки. Термин «палинология» был предложен Хайдом и Вильямсом и составлен из трех греческих слов: *paluno* - насыпать, *pale* - тонкая пыль, *logos* - учение. Возникновение палинологии как науки относится к 30 годам XIX столетия [61].

Изучение пыльцы имеет длительную историю. Термин палинология был предложен Х.Х. Хайдом и Д.А. Вильямсом для обозначения науки «о пыльце и других спорах, их рассеивании и применении» тогда, когда эта отрасль уже достаточно оформилась и получила всеобщее признание [57].

В монографии «Pollen Morphology and Plant Taxonomy» Г. Эрдтман [54] палинологией называет науку о пыльце и спорах, разделяя ее на основную и прикладную. Основная палинология граничит с цитологией, генетикой, морфологией, физикой, химией и другими отраслями. По мнению автора, она исследует распространение пыльцы и спор, а также их содержание в торфах и осадочных породах. Прикладная палинология, по Эрдтману, связана с экологией растений. К ней он относит и исследования пыльцы и спор, циркулирующих в атмосфере. Поэтому развитие палинологии шло по нескольким направлениям: изучение физиологических свойств пыльцы и ее значения в процессе оплодотворения, тесно связанное с агробиологией; палиноморфология; стратиграфия; аэробиология.

В 1929 г. шведский ботаник Хесселман, поместивший клейкие пластинки на два плавучих маяка в Ботническом заливе, впервые продемонстрировал перенос пыльцы на большие расстояния. Еще более эффектная демонстрация была представлена Г. Эрдтманом. Он установил наличие значительного количества пыльцы ольхи, березы, сосны, дуба, осоки и злаков в атмосфере над

Атлантическим океаном. Кроме того, Г. Эрдтман изобрел первую вакуумную всасывающую ловушку для оценки концентрации пылицы в определенном объеме воздуха [47]. Позднее, в 1952 г., Дж. Хирст сконструировал спорный пылеуловитель для определения концентрации пылевых зерен и спор как функции времени. Все это обусловило интенсивное развитие палинологии в первой половине 20 века [45]. Особый интерес проявляли к распространению пылицы воздушными потоками.

Рост числа аллергических заболеваний во второй половине 20 века вызвал массовый интерес к исследованиям состава и динамики биологических аэрозолей [52]. Лидерство в этом направлении принадлежит Западной Европе. Здесь с конца 40 — начала 50-х годов начали проводиться аэропалинологические исследования. В 1948 г. С. Juhlin-Dannfelt опубликовал календарь пыления за 1945 г. для Стокгольма, основанный на гравиметрическом методе отбора пылицы. Начиная с 50-х годов стали появляться календари пыления, основанные на волюметрическом методе отбора образцов, например работы M.D. Jones [1952], Y. Makinen, P. Ollikainen [1973], S. Nilsson и J. Palm-merg-Gotthard (1982)], F.Th.M. Spiexsma [1984].

Значительный вклад в аэропалинологические исследования внесли австрийские ученые. Они представили результаты исследования динамики содержания пылицы в атмосфере низинных и высокогорных районах австрийских Альп. Это позволило оценить влияние рельефа, как абиотического фактора, на состав воздушного спектра на разных высотах.

Финские работы по аэропалинологии в основном посвящены изучению влияния метеорологических факторов на качественный и количественный состав пылевого дождя.

Международное сотрудничество в аэропалинологии нашло свое воплощение в создании Международной Ассоциации Аэробióлогов (ИАА).

На базе медицинского института г. Вены была создана Европейская аэробиологическая сеть (EAN).

С 1988 г. начал функционировать общеевропейский банк аэропалинологических данных, в котором аккумулируется информация всех европейских станций мониторинга [более 500].

Активное развитие аэропалинологических исследований в большинстве европейских стран наблюдалось с середины 80-х (Франция, Швейцария, Швеция, Италии) - начала 90-х годов XX столетия (Великобритания, Испания) [44].

Развернутые в 1987г. исследования по изучению биологических аэрозолей в Базеле, выявили качественный и количественный состав пылевого дождя, показав зависимость количества больных поллинозом от концентрации пыльцы древесных и травянистых таксонов. Установили взаимосвязь аэробиологических и метеорологических данных.

В середине двадцатого столетия большинство исследователей были склонены к мнению, что аллергенными свойствами обладает пыльца примерно 50 представителей растительного мира, но уже к началу 80-х годов в мировом промышленном производстве насчитывалось до 1000 наименований диагностических и лечебных аллергенов.

Познание механизмов формирования пылевой сенсibilизации, этиологическая диагностика, специфическая терапия и профилактика поллинозов невозможна без пристального внимания к вопросам экологии пыльцы. В этой связи трудно переоценить значение ботанических и аэропалинологических исследований. Так, именно благодаря им выявлена связь между заболеваемостью поллинозами и концентрацией пыльцы цветущих растений в атмосфере [53].

Банк накапливающихся данных обеспечивает функционирование единой службы пылевого прогноза в странах - членах ЕЭС.

В общей массе известных на сегодняшний день причинных агентов поллинозов преобладают пыльцевые аллергены анемофильных растений. Вместе с тем, следует отметить, что в последнее время достаточно весомая роль в возникновении заболеваний стала отводиться и энтомофильным растениям, ряду представителей которых присуща высокая пыльцевая продуктивность [3].

Имеются доказательства, что сенсibiliзирующей активностью обладают не только пыльцевые зерна: антигенные детерминанты пыльцы обнаружены в субмикроскопических фракциях атмосферных аэрозолей. Это привело к созданию принципиально новых иммунологических методов прямого определения аллергенов в воздухе, за которым признается будущее. Наряду с изучением содержания пыльцы, в атмосфере определяют концентрацию спор плесневых грибов - другой важнейшей группы ингаляционных аллергенов [3].

В России аэропалинологический аспект проблемы поллинозов изучается с начала 60-х годов. Первые исследования были проведены Лукмановой [1967] в Москве и Московской области. Установлены основные пыльцевые аллергены для данного региона. Выделены закономерности распространения пыльцы ветроопыляемой флоры. Выделены две пыльцевые волны - весенняя, образованная пылью листопадных деревьев (*Betula*, *Acer*, *Populus*, *Alnus*, *Corylus*, *Quercus*, *Fraxinus* и т.д.), и летняя, образованная пылью луговых трав (*Phleum*, *Poa*, *Festuca*, *Alopecurus*, *Dactylis* и т.д.).

В 1973 году в Новосибирске III Международная палинологическая конференция была посвящена палинологии в медицине. В работе конференции приняли участие советские и зарубежные ученые.

В Москве с 1992г. с помощью волюметрического пыльцеуловителя Буркарда были организованы регулярные наблюдения за аэропалинологическим состоянием атмосферы [35].

В коллективной работе «Принципы и методы аэропалинологических исследований» [28]. Изложены концепции, терминология и подробная методика проведения современных аэропалинологических исследований. Приведены ключи для определения, морфологические описания. Световые и электронные микрофотографии пыльцевых зерен и спор циркулирующих в атмосфере.

Большой интерес представляют данные об аэропалинологическом спектре Сибири и Дальнего Востока. Так, в г. Новосибирске в 1995 - 1998 годах изучалось содержание пыльцы в атмосфере [16]. Были отмечены пыльцевые зерна 21 семейства растений, ветроопыляемые растения составляли 90- 99% от всей уловленной пыльцы. Причем днем концентрация пыльцевых зерен была заметно выше, чем ночью. С 1996 г. в Республике Башкортостан аэропалинологические исследования начаты аспирантами кафедры ботаники БашГУ.

На территории г. Красноярска, несмотря на увеличивающееся количество людей страдающих аллергическими заболеваниями, подобных исследований не велось.

Аэропалинологические исследования в г. Красноярске очень значимы для населения города, поскольку у значительной части горожан (каждый третий житель) имеются заболевания связанные с поллинозами.

2 Краткая физико-географическая характеристика территории

г. Красноярск

2.1 Особенности рельефа и геологического строения

Территория г. Красноярск находится почти в центре огромного Евразийского материка. Формирование современного рельефа города связано с общим сводовым поднятием Алтае-Саянской горной страны, в результате чего сформировался Красноярский участок Енисея, перепиливающий узким, скалистым коридором северо-западное окончание Восточного Саяна [26].

В структурно-тектоническом отношении район исследования относится к платформенным образованиям и расположен на южной окраине Красноярской лесостепи, на обоих берегах р. Енисей в среднем течении, на стыке трёх геоморфологических районов: долины р. Енисей, прилегающих к ней плато и предгорий Восточного Саяна.

В долине р. Енисей выделяют пойму и восемь надпойменных террас, не имеющих повсеместного распространения в городе [10].

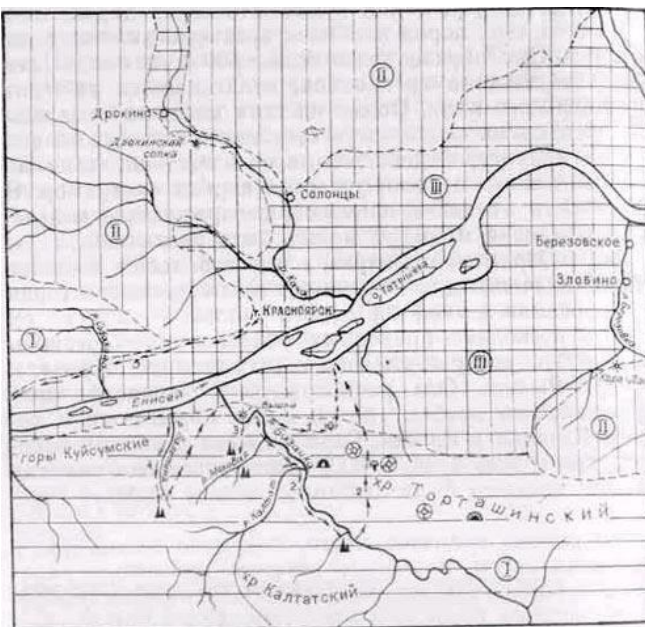


Рисунок 1-Схематическая карта основных форм рельефа окрестностей
Красноярска (Кириллов М.В., 1988)

Наиболее древней является восьмая терраса. Она наблюдается от станции Юннатов до Гремячей сопки и поднимается над современным уровнем Енисея на 160-180 м. Позже образовалась седьмая - очень эффектная терраса (100-130 м), разместившая на своей плоскости Студенческий и Академический городки.

Шестая терраса (70-80 м) нависает над ж/д станцией Базаиха. Эти три древние плоскости образовались более миллиона лет тому назад.

Пятая терраса (40-60 м), самая обширная, поддерживает на своей «спине» Покровку и весь обширнейший, раскиданный по Арейской степи Советский район г. Красноярска (от Медицинской академии до Зелёной рощи), в северном направлении сливаясь с Западно-Сибирской низменностью.

Четвёртая терраса (20-30 м) сохранилась у посёлков Солонцы и Базаиха.

Третья терраса (15-18 м) хорошо выражена по долинам рек Кача и Бугач. Эта терраса сложена в верхней части мелкими глинистыми, аллювиальными песками, чистыми галечниками или галечниками с гравием и песком.

Исторический центр и большая часть лево- и правобережья Красноярска расположились на второй террасе (11-15 м).

Первая терраса имеет превышение над современным уровнем Енисея всего 7-9 м и сохранилась в левобережной приустьевой части р. Лалетиной до утёса Шалунин Бык [26].

Характерной особенностью является распространение бугристого микро- и мезорельефа, особенно чётко выраженного на средних (5-6) террасах Енисея, происхождение которого связано с суффозионными процессами, возможно, при участии термокарста [16].

Поверхность всех террас в результате длительного и сильного размыва денудирована и не всегда имеет чётко выраженный уступ. Большинство террас состоит из аллювиальных и наносных отложений, остальные являются сметанными, так как сложены коренными и осадочными породами.

В геологическом строении территории принимают участие докембрийские (Торгашинский хребет, Куйсумские горы), палеозойские (левобережье Енисея, долина р. Качи), мезозойские (гора Бадалык) и кайнозойские (надпойменные террасы) образования. Основные слагающие породы: базальты, порфириды, известняки, мергели, сиениты, светлосерые породы с включением халцедона, бурые угли, лессовидные карбонатные глины и суглинки и широко распространённые красноцветные элювиально-делювиальные отложения (конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты) [8].

2.2 Характеристика климата

Климатические условия г. Красноярска определяются географическим положением, удаленностью от океанов и морей, циркуляцией воздушных масс и подстилающей поверхностью. На формирование климата данной территории

большое влияние оказывают влажные массы, поступающие с территории Европы Северной Атлантики, с одной стороны, и частые вторжения воздуха со стороны Арктики и его последующей трансформации – с другой [3]. Все это обуславливает ярко выраженную континентальность, составляющую 87-89 %.

Наиболее ветреные месяцы: март, апрель, май (3м\с).

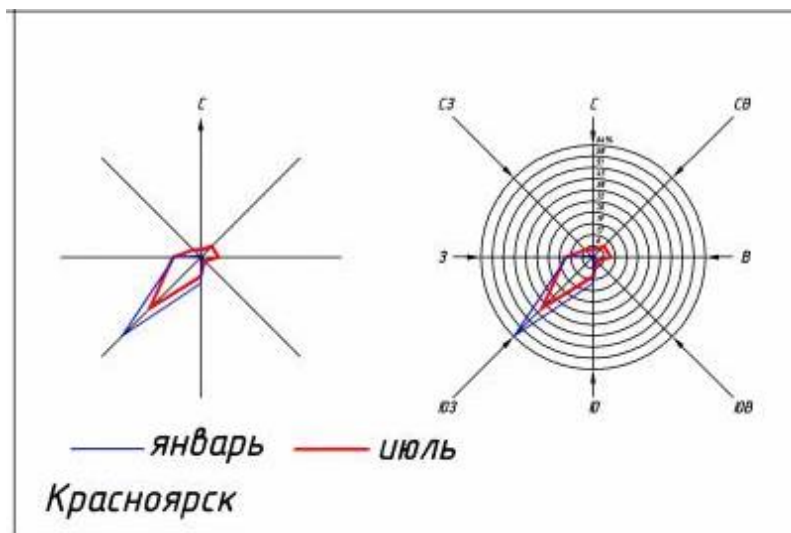


Рисунок 2 - Роза ветров для г. Красноярск

(<http://www.pogodaiklimat.ru/monitor>)

Климат характеризуется низкой степенью суровости, холодной продолжительной зимой, сухой ветреной весной и коротким жарким летом, быстрой сменой сезонов года, значительными амплитудами температур. Для зимнего периода наиболее характерно устойчивое антициклональное состояние атмосферы с низкими температурами, малым количеством осадков, высокой влажностью воздуха и безветрием (рис. 2), (таб. 1).

Таблица 1 - Влажность воздуха, % (<http://www.pogodaiklimat.ru/monitor>)

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
73	70	64	58	54	64	72	76	75	71	74	73	68

Наиболее холодным месяцем является январь. Абсолютный минимум в это время составляет -52° С (табл.2). В теплое время года с господствующим западным переносом наблюдается повышение влажности, облачности, осадков, особенно обильных во второй половине лета. Наиболее теплым месяцем является июль, когда абсолютный максимум равен $+36,6^{\circ}$ С.

Безморозный период длится 113-118 дней, а сумма положительных температур на этот период составляет $1690-1790^{\circ}$ С [4].

Таблица 2 - Температура воздуха (<http://www.pogodaiklimat.ru/monitor>)

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-52.8 (1931)	-19.2	-15.5	-11.4	6.0 (1979)
февраль	-41.6 (2001)	-16.9	-12.8	-8.0	8.5 (1978)
март	-38.7 (1978)	-10.1	-5.7	-0.2	17.9 (2008)
апрель	-25.7 (1964)	-2.6	2.0	7.8	31.4 (1972)
май	-11.2 (2001)	4.7	10.4	17.1	34.0 (2004)
июнь	-3.6 (1992)	10.3	15.9	22.4	34.8 (1969)
июль	3.3 (1979)	13.4	18.7	24.8	36.4 (2002)
август	-1.1 (2014)	10.8	15.7	21.8	35.1 (1995)
сентябрь	-9.6 (1977)	4.8	8.9	14.4	31.3 (1966)
октябрь	-25.1 (1914)	-1.6	2.0	6.4	24.5 (1967)
ноябрь	-42.3 (1952)	-10.6	-7.2	-3.4	13.6 (1978)
декабрь	-47.0 (1929)	-17.1	-13.4	-9.4	8.6 (1955)
год	-52.8 (1931)	-2.8	1.6	6.9	36.4 (2002)

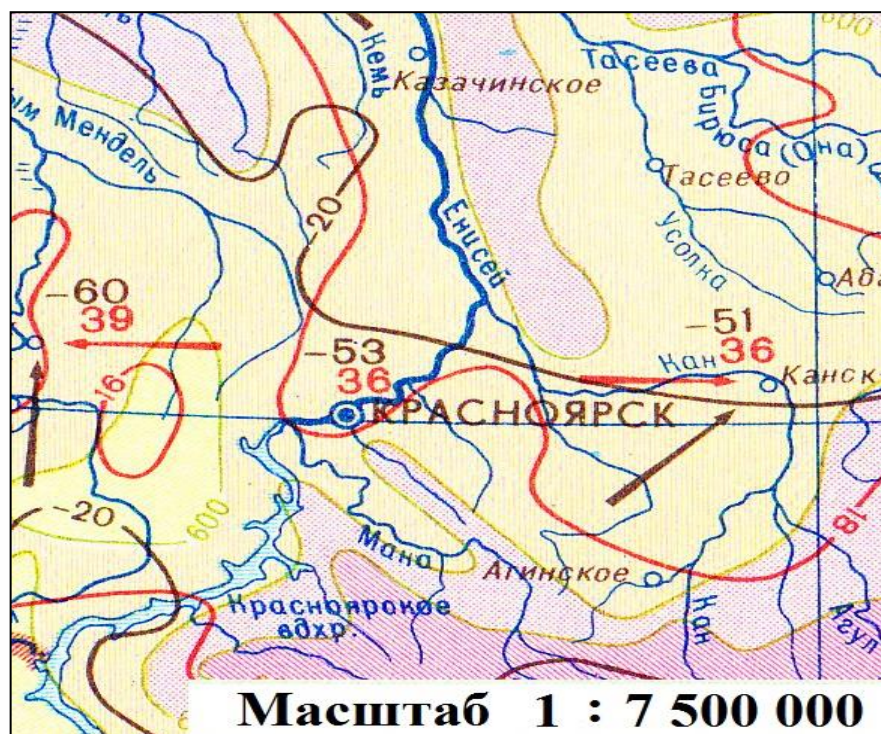


Рисунок 3 - Климатическая карта центральной и южной частей Красноярского края (Атлас Красноярского края и Республики Хакасия, 1994)

Большое влияние на климат города оказывают антропогенные факторы (функционирующие промышленные предприятия, Красноярское водохранилище, плотные застройки, зоны отдыха), обуславливая микроклиматические различия внутри самого города [4].

Наибольшие температурные различия наблюдаются между центральными районами города и окраинами, между левобережной и правобережной частями

города, между юго-западными и юго-восточными районами правобережья, на озелененных участках, между набережной Енисея и собственно городом (рис. 3).

Устойчивая температурная разница наблюдается между юго-западными и юго-восточными районами правобережья. Юго-восточный район теплее юго-западного, что объясняется сильным антропогенным влиянием (промышленная зона, плотная застройка). В целом район правобережья холоднее левобережья на $0,4-0,7^{\circ}\text{C}$.

Микрорайоны Северо-Западный, Студгородок, Академгородок в большей степени находятся под влиянием пригорода, поэтому температура здесь на $1-1,5^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в центральной части города.

В зимний период термические различия больше, чем в летний, что связано с дополнительными тепловыделениями от сжигания большого количества топлива. В промышленных частях города (район Цементного завода, посёлок Первомайский, центр с плотной застройкой) повышение температуры составляет $2-3,3^{\circ}\text{C}$.

Строительство ГЭС привело к существенному изменению гидротермического режима р. Енисей и очень повлияло на климат города. В холодное время года после создания водохранилища температура воздуха стала выше на $2-4^{\circ}\text{C}$, а в теплый период на $1-2^{\circ}\text{C}$.

Относительная влажность воздуха в городе в зимний период увеличилась на $2-3\%$, на островах Молокова и Отдыха – $3-8\%$, в летний период уменьшилась на $1-2\%$ в городе на островах на – $1-10\%$.

2.3 Почвы

Особенности мезо- и микрорельефа, геологическое строение, климата обуславливают разнообразие почвенного покрова и его распределение.

Почвообразующие породы территории г. Красноярска представлены четвертичными отложениями, резко отличающимися по механическому составу.

К ним относятся песчано-галечниковые и супесчаные аллювиальные отложения, лессовидные суглинистые отложения, лессовидные иловато-пылеватые отложения, лессовидные глины с редкой галькой на поверхности дочетвертичного пенемена, бурые глины, коричневато-бурые глины, красно-бурые делювиальные глины [40].

Своеобразие природных условия обусловлено формированием на территории города серых лесных почв (39,0 %) с близким представительством подтипов темно-серых и серых и в два раза меньшим количеством светло-серых почв, черноземов (35,6 %), среди которых широко распределены выщелоченные (21,6 %) и обыкновенные (11 %), дерново-подзолистых (10,8 %), в основном супесчаных под сосняками паркового типа, болотных (5,1 %), луговых и лугово-черноземных (5,0 %), пойменных (3,9 %) и малоразвитых (0,6%) почв [4].

2.4 Растительный покров

Характер растительного покрова г. Красноярска обусловлен расположением вблизи границ лесостепного и горнотаёжного природных комплексов и антропогенным воздействием. На распределение растительности большое влияние оказывает характер рельефа и химический состав почвообразующих пород [4, 42].

По «Геоботаническому районированию СССР» [1] территория относится к Евразийской хвойной области, Европейско-Сибирской подобласти, Средне-Сибирской стране, Урало-Алтайской провинции. В соответствии с геоботаническим районированием юга Красноярского края левобережная территория города граничит с Красноярским лесостепным районом, а правобережье - с отрогами Восточного Саяна.

Совокупность географических элементов, указывая на доминирующие связи флоры г. Красноярска с флорами Европы (24,5 %), и Палеоарктики в целом (21,8 %), подчеркивает региональные черты флоры, расположенной на границах различных флористических провинций, за счет западносибирско-алтаеаянско-забайкальского (1,7 %), алтаеаянского (1,6 %) и алтаеаянско-забайкальского (1,4 %) сибирских элементов. Древнесредиземноморские (14,4 %), восточноазиатские (8,2 %) и американские (1,3 %) виды во флоре согласуются с географией историко-культурных и торгово-экономических связей города.

Флора сосудистых растений г. Красноярска включает 1005 видов, принадлежащих к 412 родам и 103 семействам.

В условиях города растительный покров обычно представлен садово-парковыми комплексами, газонами, фрагментами естественной растительности и синантропными сообществами рудеральных растений (Миркин, Сахапов, 1990). Естественная растительность города представлена лесными, степными, луговыми, кустарниковыми, водными сообществами и болотами.

Леса представлены сосновыми (*Pinus sylvestris*) и березовыми (*Betula pendula*, *B. pubescens*) формациями, иногда с примесью *Abies sibirica*, *Populus tremula*, *Larix sibirica*. Преобладают светлохвойные и мелколиственные леса. Естественная лесная растительность сохранилась на окраинах города и внутри некоторых городских микрорайонов (Ветлужанка, Академгородок,).

В районе п. Удачны в составе сосновых лесов очень редко встречается *Abies sibirica*, образуя ассоциации пихтово-соснового леса с разнотравно-злаково-папоротниковым покровом. Такие сообщества занимают небольшие участки.

Мелколиственные леса представлены формациями берёзовых лесов (из *Betula pendula* и *B. pubescens*). Леса, которые образует *Betula pendula*, располагаются на равнинных участках и склонах. Широкое распространение получили: берёзовый лес с разнотравно-злаково-осоковым покровом (Верхняя

Базаиха, Академгородок, Студгородок, р-он госуниверситета), берёзовый лес с разнотравно-костяничным покровом (мкр. Солнечный, БСМП), берёзовый лес с разнотравно-папоротниковым покровом (Ветлужанка, Николаевская Сопка).

В районе СФУ встречается осиново-берёзовый лес с разнотравным покровом. Ассоциации осиново-сосново-берёзового леса с разнотравно-орляковым покровом небольшими участками отмечены в р-не Плодово-ягодной станции.

В микрорайоне Ветлужанка небольшие площади занимают ассоциации лиственнично-сосново-берёзового леса с разнотравным покровом.

Степная растительность в черте города формируется в условиях сильного обогрева, недостатка влаги, на маломощных щебнистых почвах, иногда на выщелоченных или оподзоленных чернозёмах. Приурочены степи к достаточно крутым южным и юго-восточным щебнистым склонам берегов р. Енисей и представлены в основном участками луговых и настоящих степей.

Среди луговых обычны формации разнотравно-злаковых, разнотравных, кизильниково-таволговых и кизильниково-акациевых кустарниковых луговых степей, отличающихся видовым богатством, плотным травостоем, красочностью.

Настоящие степи в сложении растительного покрова играют незначительную роль. Представлены мелкодерновинными овсяницевыми (*Festuca ovina*), тонконоговыми (*Coeleria cristata*), осочковыми (*Carex duriuscula*, *C. pediformis*) и крупнoderновинными овсецовыми (*Helictotrichon altaicum*, *H. desertorum*), ковыльными (*Stipa baicalensis*) степями.

В условиях наиболее выраженного дефицита влаги встречаются сообщества опустыненных степей. *Festuca valesiaca*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Artemisi afrigida*, *Veronica pinnata* и др.) и степные петрофитные группировки с *Ephedra pseudodistachya*, *Goniolimon speciosum*, *Alyssum obovatum*, *Potentilla acaulis*, *Onosma gmelinii* и др.

Луговые сообщества на территории города являются неотъемлемой частью ландшафта. В настоящее время площадь, занятая ими, невелика. Луга сохранились на окраинах города, по долинам рек и островам р. Енисей. Растительность представлена формациями пойменных и суходольных лугов, отличающихся высотой и густотой травостоя, в сложении которого значительное участие принимают злаки, осоки и разноравье: *Phlebotium pratense*, *Phalaroides amndinacea*, *Agyostis gigantea*, *Efytrigia repens*, *Calamagrostis epigeios*, *Dactylis glomerata*, *Carex cwaica*, *C. cespitosa*, *C. songorica*, *Prunella vulgaris*, *Canm carvi*, *Gentiana macrophylla*, *Anemone sylvestris*, *Lilium pSasmscidum*, *Scabiosa ochroleuca*, *Delphinium elatum* и др.

Внутри некоторых городских микрорайонов сохранившиеся луговые участки в большинстве антропогенны и, следовательно, являются деградирующими.

Для таких луговых сообществ характерны *Erigeron politus*, *Urtica cannabina*, *Amoria hybrida*, *Androsace septentrionalis*, *Berteroa incana*, *Brassica campestris*, *B. juncea*, *Camelina sativa* и др.

Болотная растительность имеет ограниченное распространение и приурочена к берегам рек, проток, озёр, прудов. Также заболоченные участки встречаются на островах р. Енисей, где наблюдается постоянное избыточное увлажнение. Наиболее часто встречаются травяные болота с хорошо развитым травостоем: *Carex acuta*, *C. curaica*, *C. rhynchophysa*, *C. songorica*, *riophorum angustifolium*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Agrostis lavata*, *Beckmannia syzigachne*, *Deschampsia cespitosa*, *Caltha alustris*, *Ranunculus sceleratus*, *Filipendula ulmaria*, *Juncus gerardii*, *Myosotis cespitosa*, *Pedicularis karoi*, *Triglochin palustre*, *Sium latifolium*, *Parnassia palustris*, *Bidens tripartita*, *Ligularia sibirica* и др. Все болотные массивы евтрофного (низинного) типа.

На территории города встречаются монодоминантные растительные сообщества: камышовые (*Scirpus sylvaticus*) и рогозовые (*Typha angustifolia*, *T. latifolia*).

Кустарниковые сообщества приурочены как к отрицательным элементам рельефа (гигромезофильные), так и к лесным опушкам, обочинам дорог (мезофильные), а также к степным склонам (ксеромезофильные). Основными эдификаторами ксеромезофильных кустарниковых сообществ являются *Cotoneaster melanocarpus*, *Caragana arborescens*, *Spiraea media*, единично отмечен *Berberis vulgaris*. Мезофильные кустарниковые сообщества образуют формации из *Padus avium*, *Salix bebbiana*, *Rosa acicularis*, *Rubus idaeus*, *Crataegus sanguinea*, *Viburnum opulus*, *Sambucus sibirica*, *Swida alba*, *Cerasus tomentosa* и др. В условиях достаточного проточного увлажнения формируются гигромезофильные кустарниковые сообщества, ведущую роль в сложении которых играют *Salix jenssenensis*, *S. pentandra*, *S. rorida*, *S. rosmarinifolia*, *S. taraikensis*, *S. viminalis* наряду с *Padus avium*, *Populus nigra*, *P. deltoides*, *P. laurifolia*, *Ribes nigrum*, *Ribes hispidulum*, *Hippophae rhamnoides*, *Malus baccata*.

Травяной покров под пологом кустарников развивается неравномерно. Под изреженным пологом травостой высокий и густой. Встречаются: *Glechomahederacea*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus monophyllus*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Caltha palustris*, *Hylotelephium triphyllum*, *Lamium album*, *Poa palustris* и др. При сильном затенении травяной покров развивается слабо, травостой сильно изрежен. В таких условиях растут: *Stellaria bungeana*, *Adoxa moschatellina* и др. В более сухих местах произрастают: *Urtica dioica*, *Impatiens noli-tangere*, *Chelidonium majus*, *Arctium tomentosum* и др.

Высшая водная растительность представлена, настоящими водными и воздушно-водными растениями. В составе настоящей водной растительности выделено четыре группы формаций: погружённая укореняющаяся из *Myriophyllum sibiricum*, *M. spicatum*, *Potamogeton berchtoldii*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. pusillus*, *Elodea canadensis*, *Callitriche hermaphroditica*, *C. palustris*, *Batrachium circinatum*, *B. eradicatum*, *B. trichophyllum*; погружённая

неукореняющаяся из *Ceratophyllum demersum*, *C. oryzetorum*, *Utricularia vulgaris*, *Lemna trisulca*; укореняющаяся с плавающими листьями из *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona* и *Potamogeton gramineus*; свободно плавающая на поверхности из *Lemna minor* и *Spirodela polyrhiza*. Ценозы высокотравных, низкотравных и приземных гелофитов образуют *Phragmites australis*, *Scirpus hippolyti*, *S. tabernaemontani*, *Glyceria triflora*, *Equisetum fluviatile*, *Eleocharis mamillata*, *E. palustris*, *Alisma gramineum*, *A. plantago-aquatica*, *Sparganium emersum*, *Petasites radiatus*, *Butomus umbellatus*, *Bolboschoerms planiculmis*, *Limosetta aquatica* и др. Массовое развитие высшей водной растительности характерно для рек Енисей, Кача, Базаиха, проток, небольших озёр, прудов и стариц с илистым дном, расположенных в различных частях города (о. Татышев, Пашенный, Плодово-ягодная станция, Ветлужанка, Песчанка, Мясокомбинат).

Существенно дополняют фитоценотическое разнообразие городской среды синантропные участки растительности, формирующиеся в результате хозяйственной деятельности человека. В сложении синантропного растительного комплекса большую роль играют древесные и кустарниковые сообщества наряду с травянистой рудеральной растительностью: *Acer negundo*, *Tilia cordata*, *Ulmus pumila*, *Cerasus tomentosa*, *Ribes aureum*, *Rosa rugosa*, *Taraxacum officinale*, *Euphorbia virgata*, *Lepidium ruderales*, *Viola tricolor*, *Solanum kitagawae*, *Bromus arvensis*, *Melandrium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Carrhus crispus*, *Chenopodium album*, *Atriplex sagittata*, *Cannabis sativa*, *Polygonum aviculare*, *Anethum graveolens*, *Hordeum sativum* и мн. др.

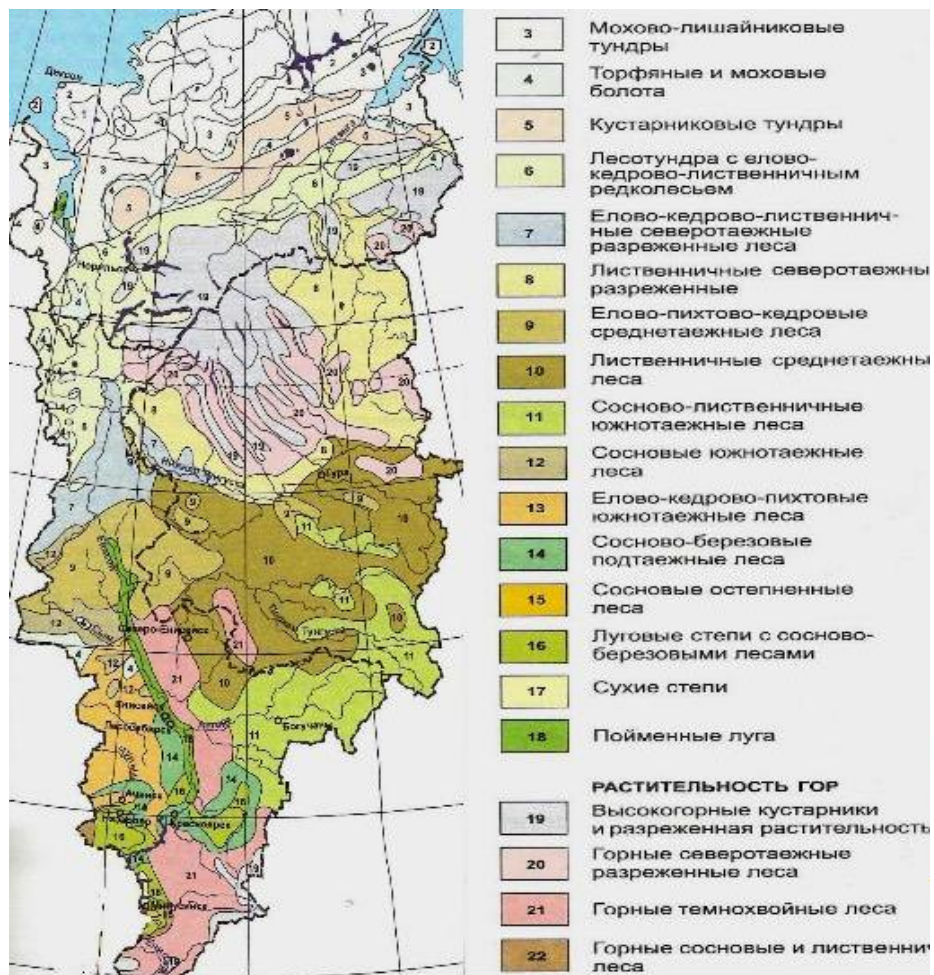


Рисунок 4 – Карта растительности Красноярского края
<http://project.1september.ru/works/579335>

3 Методические основы аэропалинологического метода

3.1 Методика обработки результатов наблюдения

Аэропалинологические исследования включают: сбор пыльцы растений и спор грибов, содержащихся в воздухе, их идентификацию, количественное определение при визуальном подсчете в поле зрения микроскопа и разработку календарей пыления.

Для улавливания биологических частиц используются ловушки двух типов:

- гравитационные – взвешенные в воздухе частицы осаждаются под действием силы тяжести на горизонтальную поверхность;
- импакторные – взвешенные в воздухе частицы движутся вместе с потоком воздуха и осаждаются на поверхности различных типов и ориентации. Они, в свою очередь, бывают естественными или искусственно созданными.

Большинство импакторных ловушек относится к волюметрическому типу, поток воздуха в них создается принудительно, за счет работы воздушной помпы.

При проведении исследований я использовала ловушку Хирста; Impact-волюметрическая ловушка (пыльцеуловитель Буркарда- Burkarg Manufacturing Co., Ltd, Uk), которая специально сконструирована для определения концентрации пыльцевых зерен и спор как функции времени (рис.5).

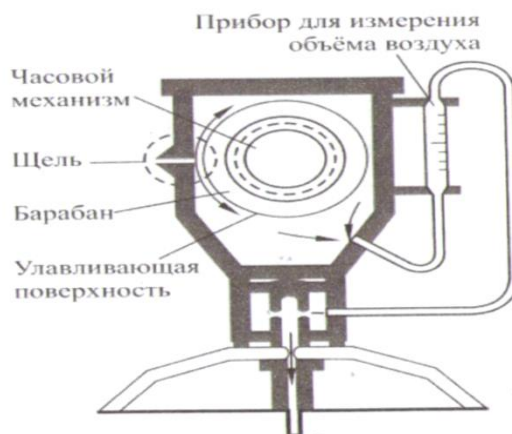


Рисунок 5 - Пыльцеуловитель Буркарда (Г.И. Ненашева, 2013)

В основе ее действия лежит принцип столкновения (Impaction): взвешенные в воздухе частицы движутся вместе с потоками воздуха - естественными (ветер) или искусственно созданными - и осаждаются на поверхности различных типов и ориентации. Большинство Impact-ловушке во много раз превышает силу тяжести, поэтому большинство мелких частиц в атмосферном аэрозоле движется почти параллельно поверхности земли.

Благодаря часовому механизму полный оборот катушка делает за неделю, на сутки приходится 48 мм ленты, на которую буквально налипает пыльца. Воздух внутрь засасывается через узкую щель при помощи насоса. Причем прокачивается он через устройство со скоростью дыхания человека, 10 литров в минуту. То есть дает полное представление, сколько и чего может попасть к нам в легкие.

В Impact-ловушках улавливающая поверхность устанавливается вертикально или под некоторым углом к горизонту. Принудительное всасывание аэрозольных частиц сочетается с последующей фильтрацией, осаждением на липкой поверхности, электростатическим и термическим осаждением. Улавливающая поверхность (прозрачная лента- Melinex tape) в пыльцеуловителе покрывается смесью, после окончания цикла работы ловушки и смены барабана

вся лента разрезается на участки, каждый из которых соответствует одним суткам работы пылеуловителя.

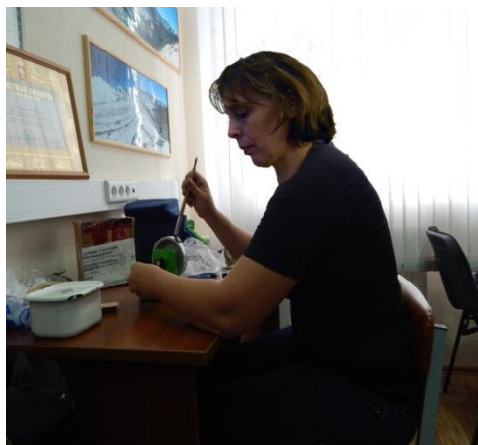


Рисунок 6 - Улавливающая поверхность покрывается смесью (фото автора)

Высота установки пылеуловителя имеет первостепенное значение для выявления состава пылевого спектра. В стандартных аэропалинологических исследованиях пылевые ловушки устанавливаются на высоте 10-20 м над уровнем земли. Состав спектра на уровне земли или на уровне человеческого роста отличается от состава спектра на больших высотах, в первую очередь, повышенным содержанием пыли травянистых растений (рис. 12).



Рисунок 7- Ловушка Буркарда, установленная на крыше Сибирского федерального университета (фото автора)

Улавливающая поверхность в пыльцеуловителе Буркарда представляет прозрачную ленту шириной 14 мм («Melinex tape» – тонкая не клейкая лента), поверхность которой покрыта смесью вазелина и воска (18 г вазелина и 2 г воска).

С апреля по сентябрь, каждую неделю (в понедельник) мы снимали прозрачную ленту, обработанную раствором, и ставили новую. Раствор вазелина и воска, способствовал оседанию на ленте спор грибов и пыльцы. После того, как снимали ленту с барабана, она разрезалась на 7 равных частей, каждая из которых соответствует одним суткам работы пыльцеуловителя. Затем каждый участок помещался на предметное стекло и покрывался раствором (глицерин - 70мл., желатин - 10гр., дистиллированная вода - 60 мл., фенол- 0.1 гр., фуксин). Присутствующий в растворе фуксин окрашивает все живые пыльцевые зерна в красный цвет разной интенсивности, облегчая обнаружение и подсчет пыльцы.

За весь период мы собрали 168 образцов.

Для определения и идентификации пыльцы растений и спор грибов использовала следующие определители:

1. Бобров А.Е., Куприянова Л.А., Литвинцева М.В., Тарасевич В.Ф. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. - Л., 1983. - 208 с.

2. Bucher E., Kofler V., Vorwohl G., Zieger E. Das Pollen der Südtiroler Honige. - Stuttgart, 2004. - 678 S.

3. Куприянова Л.А. Палинология сирежкоцветных. – М.; Л., 1965. - 216 с.

4. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. - Л., 1972. - Т.1. - 172 с.

5. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. - Л., 1978. - Т.2. - 184 с.

6. Каратыгин И.В., Азбукина З.М. Семейство устилаговые // Определитель грибов СССР. Порядок Головневые. - Л., 1989. - Вып.1. - 290 с.

7. Новожилов Ю.К. Класс Миксомицеты // Определитель грибов России. Отдел слизевика. - СПб., 1993. - Вып.1. - 288 с.

8. Winkler H., Ostrowski R., Wilhelm M. Pollenbestimmungsbuch der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst. - Paderborn, 2001. - 80 S.

Подсчет пыльцы проводится с применением микроскопа [3].

При подсчете пыльцевых зерен в образце мы имеем дело с их относительным содержанием, а именно с числом пыльцевых зерен, зарегистрированных на определенной площади препарата. Во всех дальнейших расчетах используется абсолютное содержание пыльцевых зерен (концентрация), то есть число пыльцевых зерен в единице объема воздуха. Для вычисления поправочного коэффициента (фактора “F”) необходимо знать следующие параметры:

1. Общую площадь препарата – $S_{общ}$ (588 мм² для экспериментальной

ловушки).

2. Проанализированную площадь препарата – $S_{ан}$.

Если препарат анализировался 4 продольными транссектами, то проанализированная площадь препарата составит: $S_{ан} =$ длина ленты (42 мм) x ширина транссекты (диаметр поля зрения) x число транссект (4). $S_{ан}$ будет равна 42 мм².

1. Общий суточный объем воздуха (14,4 м³) – $V_{общ}$

2. Проанализированный объем воздуха – $V_{ан}$

$$V_{ан} = S_{ан} \times V_{общ} / S_{общ} (1,028 \text{ м}^3 = 42 \text{ мм}^2 \times 14,4 \text{ м}^3 / 588 \text{ мм}^2) (1)$$

Коэффициент пересчета концентрации рассчитывается как величина, обратная проанализированному объему воздуха:

$$F = 1 / V_{ан} (0,97 = 1 / 1,028)$$

Фактор (F) соответствует поправочному коэффициенту пересчета концентрации и равен для наших условий 0,97.

Полученные данные позволяют составить ряд графиков среднесуточной концентрации пыльцы в 1 м³ воздуха. Для подсчета и построения графиков и календаря пыления используют программу «Microsoft Excel».

В основу разработки Календарей пыления положены рекомендации, изложенные в Allergy Service Giede in Europe [3, 5].

1. Число таксонов, входящих в состав Календаря пыления, не должно превышать 15.

2. Выбор таксонов должен быть обусловлен их аллергенными свойствами и частотой встречаемости.

3. Данные усредняются за декаду и представляются в виде диаграммы, выполненной в логарифмическом масштабе.

3.2 Таксономический анализ аэропалинологического спектра

В составе пыльцевого дождя в г. Красноярске всегда доминирует пыльца древесных растений, подавляющее большинство из них ветроопыляемые (рис.14). Такое высокое содержание пород в воздухе связано не столько с составом окружающей растительности, сколько отражает особенности формирования воздушных пыльцевых спектров. При высоте ловушки 20 м. над уровнем земли спектр в целом отражает преимущественно региональную, а не локальную растительность [37].

За период наблюдений была зарегистрирована пыльца из 14 семейств, 3 из которых принадлежит древесным растениям (*Betulaceae*, *Pinaceae*, *Salicaceae*). Такая особенность пыльцевого спектра обусловлена окружающей растительностью.

Основная часть пыльцы *Betulaceae* принадлежит роду *Betula*. Из семейства *Pinaceae* обнаружена пыльца *Pinus*, которая отличается наибольшей продуктивностью.

Семейство *Salicaceae* представлен во флоре родом *Populus*.

Травянистая флора очень богата. Лебеда стреловидная (*Atriplex*), марь белая (*Chenopodium album*), конопля посевная (*Cannabis*), полынь однолетняя (*Artemisia*), полынь замещающая (*Artemisia commutata*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), мятлик однолетний (*Poa annua*), ковыль перистый (*Stipa pennata*).

Так же была обнаружена пыльца семейств - *Liliaceae* и *Iridaceae*, что обусловлено близостью дачных и лесного массивов, а так же *Superaceae*, *Vacciniaceae* (рис. 10). *Scrophulariaceae* и *Polypodiopsida*.

Основную часть видового разнообразия пыльцы, учитываемого по ходу пыления, составляет пыльца 7 таксонов.

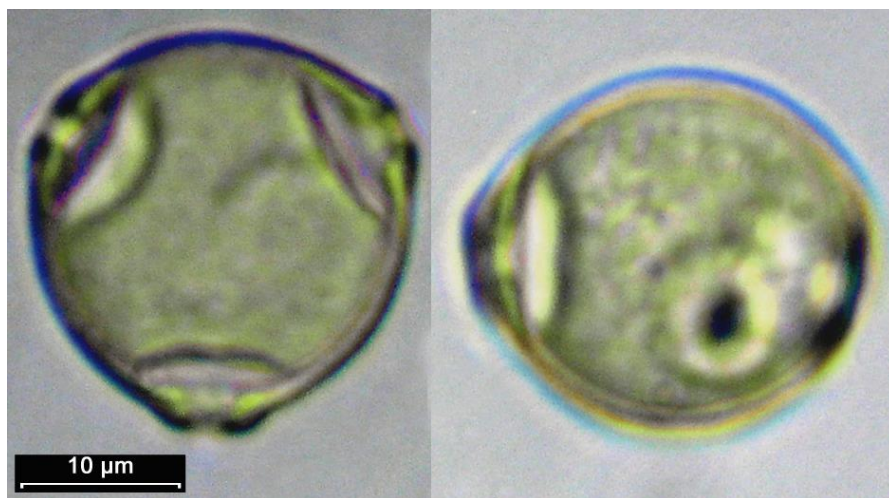


Рисунок 8- Пыльца семейства Betulaceae.

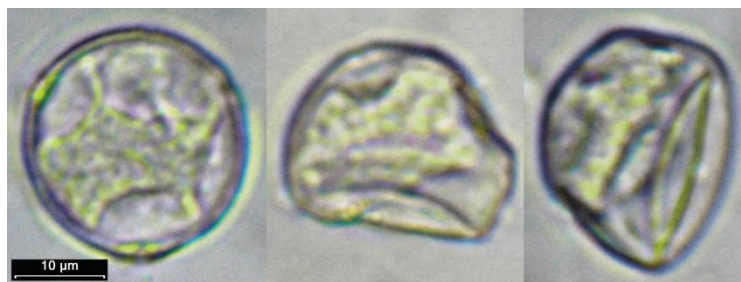


Рисунок 9 - Пыльца Cannabis ruderalis – конопля сорная

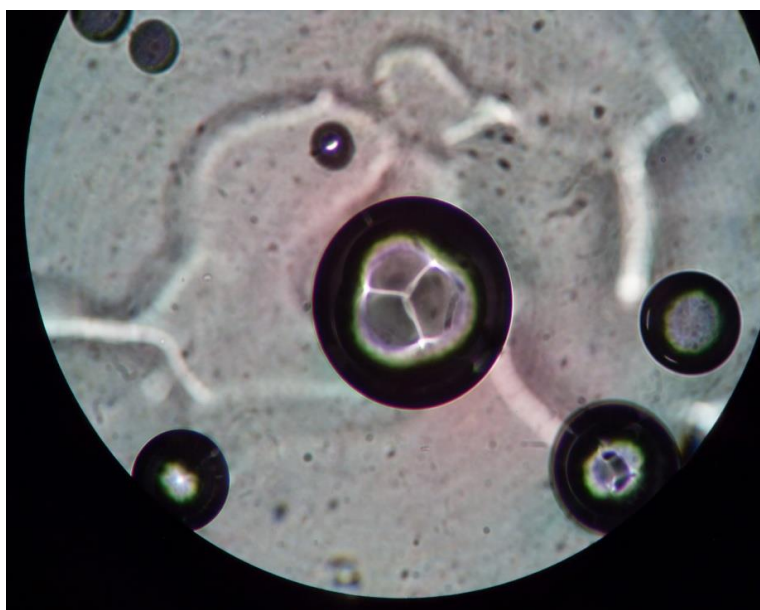


Рисунок 10- Пыльца семейства *Vacciniaceae*

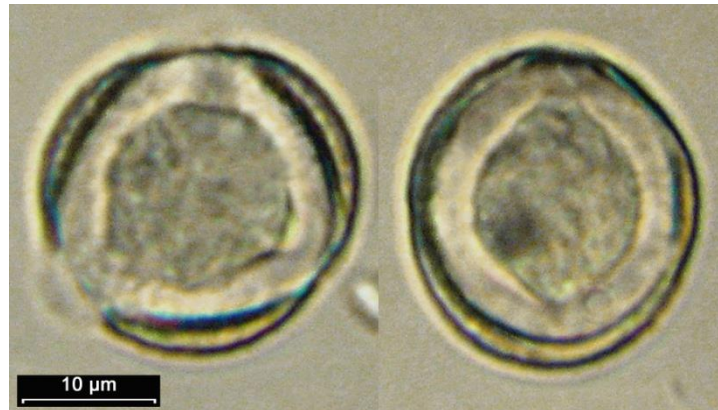


Рисунок 11 - Пыльца *Artemisia vulgaris* – полынь обыкновенная



Рисунок 12- Пыльца *Galium aparine* – подмаренник цепкий



Рисунок 13- Пыльца *Pinus sylvestris* – сосна обыкновенная

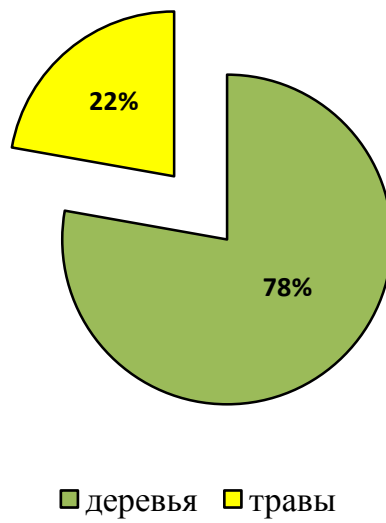
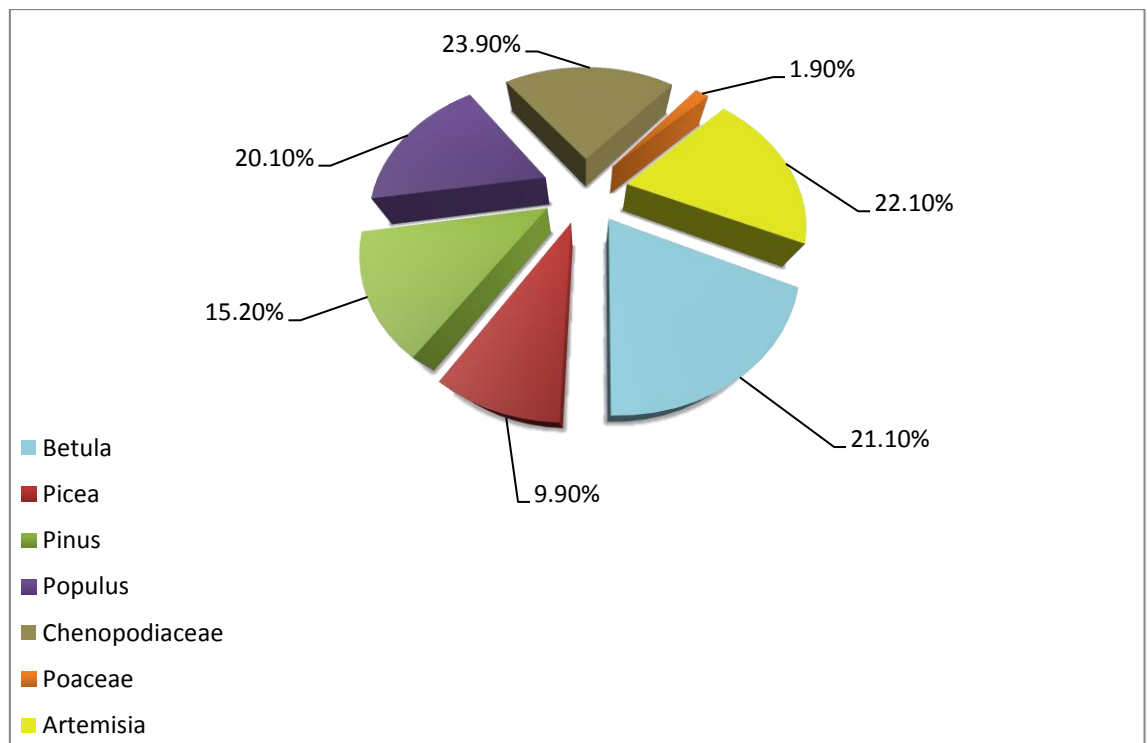


Рисунок 14- Диаграмма соотношения количества пыльцы по жизненным формам



3.3 Аллергенные растения в г. Красноярске и районы их распространения

Причиной поллинозов выступают ветроопыляемые растения, широко распространенные в данной местности, которые продуцируют в больших количествах пыльцу, которая обладает малыми размерами и большой летучестью, выраженными антигенными свойствами [3].

К ним относятся: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Встречается в виде чистых насаждений, формирует смешанные с березой древостои и произрастает в городских лесонасаждениях на улицах, набережных, в парках и скверах. Отмечен во всех районах города. Период цветения июнь - июль.

Береза повислая (*Betula pendula*). Встречается во всех районах города. Период цветения: май-июль (табл.1).

Тополь черный (*Populus nigra*). Отмечен во всех районах города. Местами обилен, образует чистые насаждения. Период цветения: май - июнь.

Лебеда стреловидная (*Atriplex sagittata*). Встречается повсеместно. Произрастает по обочинам дорог, пустырям, сорным местам, отвалам, крутым берегам рек, нередко во дворах. Цветение: июль - сентябрь.

Марь белая (*Chenopodium album*). Произрастает по обочинам дорог, мусорным местам, во дворах, реже по каменистым и щебнистым берегам рек, прудов. Период цветения: июль - сентябрь.

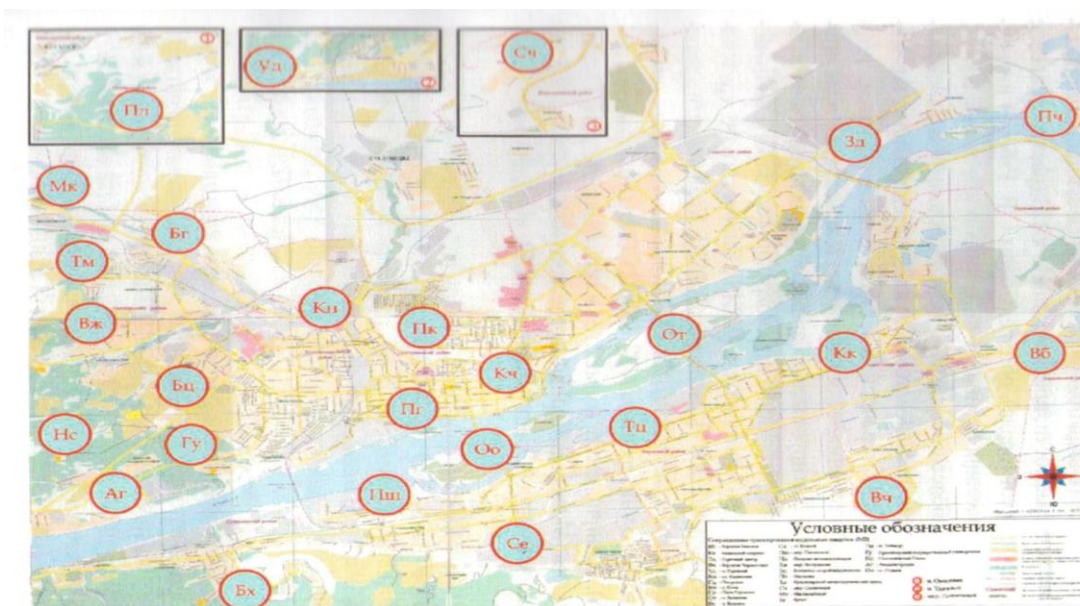
Конопля посевная (*Cannabis sativa*). Период цветения: июнь - август. Распространение получил по обочинам дорог, у жилья, на залежах, пустырях, деградирующих лугах. Встречается во всех районах города. Местами образует заросли.

Полынь однолетняя (*Artemisia annua*). Цветение: июль - август. Малообилен. Встречается во всех районах города, у дорог, на железнодорожных насыпях. Полынь замещающая (*Artemisia commutata*). Цветение: июль - август. Обычен во всех районах города. На остепенённых лугах, открытых каменистых, щебнистых и песчаных склонах, залежах, пустырях.

Пырей ползучий (*Elytrigia repens*). Встречается повсеместно. В луговых степях, на суходольных и пойменных лугах, открытых каменистых склонах, в березовых лесах, сырых кустарниковых зарослях, на залежах, во дворах, по газонам, обочинам дорог. Цветение: июнь - июль. Местами обилен.

Мятлик однолетний (*Poa annua*). Встречается во всех районах города. Местами обилен. Цветение: июнь - июль.

Ковыль перистый (*Stipa pennata*). Встречается редко. В луговых степях, на суходольных лугах, остепенных лесных опушках, в разреженных березовых и смешанных лесах. Распространен в районах: о. Отдыха, Верхние черемушки, пос. Удачный, Базаиха, м-н Солнечный, Николаевская сопка, Аграрного университета (рис.16) [4]. Цветение: июнь - июль.



- Кч - Кача
- Аг - Аграрный у-т.
- Гу - Гос. у-т
- Уд - Удачный
- Пч - район Покровки
- Оо - остров Отдыха
- Пч - Песчанка
- Пч - Торговый центр
- ОТ - остров Татышев

Рисунок 16 - Распространение редуральной растительности в г. Красноярске
(Антипова, 2009)

Таблица 3 - Периоды цветения некоторых аллергенных древесных растений и их особенности (<http://givoyles.ru/articles/>)

Название растения	Сроки цветения (усредненные)	Некоторые особенности цветков
Береза повислая (Betula pendula)	май	Однодомное растение. Мужские цветки на коротких цветоножках, расположены по три в пазухах красно-бурых кроющих чешуй и образуют на концах удлиненных побегов прошлого года по

		<p>две–четыре свисающие мужские сережки. Околоцветник простой, двулистный, тычинок две–четыре. Женские цветки без околоцветника, собраны по пять, формируют короткие цилиндрические зеленые женские сережки. Нитевидные рыльца пестиков длинные, нередко ярко окрашенные. Максимальная суточная концентрация – 20 000 пыльцевых зерен в 1 м³ воздуха.</p>
<p>Тополь черный (<i>Populus nigra</i>)</p>	<p>апрель–май</p>	<p>Двудомное растение. Соцветия – многоцветковые, однополые, висячие сережки. В мужских соцветиях прицветники бурые. Цветки содержат по 8–30 тычинок с пурпурными пыльниками. Женские цветки с простым околоцветником, на коротких цветоножках. Максимальная суточная концентрация – 500 пыльцевых зерен в 1 м³ воздуха.</p>
<p>Ива остролистная (<i>Salix acutifolia</i>)</p>	<p>апрель–май</p>	<p>Двудомное растение. Цветки раздельнополые, собраны в сидячие яйцевидные сережки длиной до 2–3 см. Сережка состоит из тонкого стержня, покрытого кроющими волосистыми чешуйчатыми листиками; в пазухе каждого листка помещается по одному мужскому или женскому цветку. Вначале кроющие чешуи плотно прилегают один к другому, поэтому</p>

		<p>сережки плотные и пушистые. Позже листочки расходятся один от другого, прикрытые ими цветки достигают полного развития. Тогда мужская сережка от торчащих пыльников принимает желтый или красноватый цвет, а женская – зеленовато-серый. Мужские цветки без околоцветника содержат по две тычинки. Женские цветки с одним пестиком, столбик удлиненный. Благодаря содержанию нектарников опыляются насекомыми. Максимальная суточная концентрация – 100 пыльцевых зерен в 1 м³ воздуха.</p>
<p>Ель обыкновенная (<i>Picea abies</i>)</p>	<p>май–июнь</p>	<p>Однодомное растение. Мужские стробила пазушные, образуются на концах побегов прошлого года, у основания окружены чешуйками. Женские стробила сначала вертикально расположены, а затем повисают. Максимальная суточная концентрация – 647 пыльцевых зерен в 1 м³ воздуха.</p>
<p>Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)</p>	<p>май–июнь</p>	<p>Однодомное растение. Мужские стробила длиной 8–12 мм, желтые или розовые. Женские стробила длиной 3–6 см, конусообразные. Максимальная суточная концентрация – 1650 пыльцевых зерен в 1 м³ воздуха.</p>

5 Результаты аэропалинологических исследований

[Изъято 18 страниц]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что в атмосфере города Красноярска преобладают пыльцевые зерна, обладающие выраженной аллергенной активностью. Основу аэропалинологического спектра аллергенной пыльцы в городе составляет пыльца 14 семейств, 3 из которых принадлежит древесным растениям семейств: Betulaceae, Pinaceae, Salicaceae. Такая особенность состава пыльцевых спектров обусловлена окружающей растительностью.

Основная часть пыльцы Betulaceae принадлежит роду *Betula*. Из семейства Pinaceae обнаружена пыльца *Pinus*, которая отличается наибольшей продуктивностью. Семейство Salicaceae представлен во флоре родом *Populus*.

Так же была обнаружена пыльца семейств - Liliaceae и Iridaceae, Cyperaceae, Vacciniaceae, Scrophulariaceae и Polypodiopsida, что обусловлено близостью дачных и лесных массивов.

В составе аэропалинологического спектра г. Красноярска зарегистрирована пыльца растений 7 таксонов, обладающая аллергенными свойствами.

В течение вегетации растений установлено три периода пыления. Первая волна пыления приходится на апрель – май. Содержание пыльцы в воздухе в это время максимальное за весь период наблюдений. Таксономический состав спектра в весенний период обусловлен пылением сережкоцветных: березы и тополя.

Для второй волны пыления – с конца мая по середину июля – характерна самая низкая концентрация пыльцы в воздухе, таксономический состав спектра беден и включает пыльцевые зерна сосны и злаков – индикаторов сезона.

Третья волна пыления приходится на середину июля – конец лета. Этот период характеризуется наибольшим таксономическим разнообразием спектра. Обязательными элементами спектра являются пыльцевые зерна маревых и полыни.

На основании проведенных исследований построен усредненный календарь пыления основных аллергенных растений для северо-запада города Красноярска за 2014 – 2015 гг..

Для березы пик пыления пришелся на II декаду мая, ели на II декаду июня, сосна активно пылила в I декаду июня. Для тополя пик пыления пришелся на II-III декаду апреля. Маревые активно пылили в I - II декаде августа. Злаки- III декада июня и полынь- III декада августа и I декаду сентября.

Установлено, что на территории г. Красноярска наиболее значимыми метеорологическими факторами, влияющими на динамику пыления большинства растений, которые продуцируют пыльцу с аллергенными свойствами, являются температура и влажность воздуха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алисов Б.П. Климатические области и районы СССР / Б.П. Алисов. – М.: Географиз, 1947. – 211 с.
2. Алешина Р.М. Пыльцевая аллергия: клинико-аллергологическая диагностика и специфическая иммунотерапия / Р.М. Алешина // «Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія». – 2006. – № 2 (03). – С. 34-37.
3. Астафьева Н.Г. Поллиноз – пыльцевая аллергия. Аллергология. Т.2 / Н.Г. Астафьева, Л.А. Горячкина. – 1998. – с.34–40.
4. Антипова Е.М. Флора Красноярска: конспект / Е.М. Антипова, С.В. Рябовол. Краснояр. Гос. Пед. Ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2009. – 292с.
5. Антипова Е. М. Классификация растительности северных лесостепей Средней Сибири / Ботан. исслед. в Сибири. – Красноярск, 2004. – Вып. 12. – С. 8–13.
6. Астафьева Н.Г., Адо В.А., Горячкина Т.А. Растения и аллергия - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1983. – С.335.
7. Бобров А.Е. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР / А.Е. Бобров, Л.А. Куприянова, М.В. Литвинцева, В.Ф. Тарасевич. – Л. – 1983. – 208 с.
8. Брицына М.П. Рельеф и почвообразующие породы центральной части Красноярского края // Природное районирование центральной части Красноярского края и некоторые вопросы природного хозяйства. М.: АН СССР, 1962. - С.27-46.
9. Безрукова Е.В. Первые результаты аэропалинологических исследований на территории Байкальского региона / Е.В. Безрукова // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия. Тезисы докладов IX Всероссийской палинологической конференции. – М.: ИГиРГИ, 1999. – С.18–20.

10. С. С. Воскресенский. Геоморфология Сибири. Курс лекций плоскогорья и низменности Восточной Сибири. Горы Южной Сибири. - Москва — 1957. С.31.2
11. Воронский В.А. Исследования пыльцы и спор из воздушной взвеси над северо-восточной частью Каспийского моря / В.А. Воронский // Известия АН СССР, серия географическая. – М., 1947. – № 3. – С.70–75.
12. Гапочка Г.П. Современные методы исследования спородермы с применением электронного микроскопа: методическое пособие для студентов – биологов / Г.П. Гапочка, Л.П. Чамара. – Москва: МГУ, 1988. – С.24.
13. Геоботаническое районирование СССР. Т. 2. – М.: АН СССР, 1947. – Вып. 2. – 150 с.
14. Головкин В.В. Экологические аспекты аэропалинологии: аналитический обзор. – Новосибирск, 2004. – 107 с.
15. Головкин, В.В. Изучение пылевого дождя в Новосибирске / В.В. Головкин, К.П. Куценогий, Е.И. Киров // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия. Тезисы докладов IX Всероссийской палинологической конференции. – М.: ИГиРГИ, 1999. – С. 70–71.
16. Почвенно-географическое районирование СССР.- М.: АН СССР, 1962. –С. 32.
17. Дзюба О.Ф Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб: изд-во «Недра». - 2006. - 198 с.
18. Дулепова Б. И. Водная растительность / Б.И. Дулепова // Растительность Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 95–102.
19. Елькина, Н.А. Состав и динамика пылевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска / Автореферат на соискание ученой степени канд. биол. наук: 03.00.16 / Елькина Н.А. – Санкт-Петербург, 2008. – 24 с.

20. Елькина Н. А., Марковская Е. Ф. Опыт палинологических исследований воздушной среды городов таежной зоны// Труды Карельского научного центра Российской академии наук .– Петрозаводск, 2007.– Вып. 11: Экология. Экспериментальная генетика и физиология.–С. 20–27.
21. Ермекова Р.К. Аллергические свойства пыльцы растений: автореф. дис.канд. мед. наук / Р.К. Ермекова: Алма-Ата, 1970. - 21 с.
22. Круглова Г. А. Климатическая карта / Г. А. Круглова // Атлас Красноярского края и республики Хакасия. Новосибирск: Роскартография, 1994. - С. 26-27.
23. Куприянова Л.А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР / Л.А. Куприянова, Л.А. Алешина. – Л., 1972. –Т.1. – 172 с.
24. Куприянова Л.А. Палинология сережкоцветных / Л.А. Куприянова.– М, 1965. – 216 с.
25. Копендакова, Л.С. Необходимость аэропалинологических исследований в г. Красноярске / Л.С. Копендакова //Экология южной Сибири и сопредельных территорий. – Абакан, 2013.- Вып. 17. – Т. 2. – С. 56.
26. Кириллов М. В. Природа Красноярска и его окрестностей. Красноярск: Кн. Изд-во, 1988.- 149с.
27. Куминова А. В. Растительный покров Хакасии / А.В. Куминова.– Новосибирск: Наука, 1976. – 422 с.
28. Майер-Меликян, Н.Р. Принципы и методы аэропалинологических исследований / Н.Р. Майер- Меликян. – Москва: 1999. – 48 с.
29. Ненашева, Г.И. Аэропалинологический мониторинг аллергенных растений города Барнаула / Г.И. Ненашева; Ин-т водн. и экол. проблем СО РАН. – Новосибирск: СО РАН, 2013. – 132 с.

30. Ненашева, Г.И. Растительность и климат голоцена межгорных котловин Центрального Алтая: монография Г.И. Ненашева.- Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – 164 с.
31. Пешкова, Г. А. Растительность Сибири (Предбайкалье и Забайкалье) / Г. А. Пешкова. – Новосибирск: Наука, 1985. – 144 с.
32. Пухлик, Б.М. Сезонные аллергические риноконъюнктивиты: распространенность, методы диагностики и лечения / Б.М Пухлик // Медицинская газета: «Здоровье Украины». – 2007. – №9. – С. 65.
33. Передкова, Е.В. Пыльцевая аллергия / Е.В. Передкова // Consilium Medicum. –2009. – Т. – 11, №3. – С. 11.
34. Передкова Е.В. Поллиноз: проблема актуальна и сегодня / Е.В. Передкова // Пульмонология и оториноларингология. -2012. -№ 3 -С. 18.25,74,75
35. Соколов С.М. Методика аэробиологических исследований пыльцы растений и спор грибов для составления календарей пыления / С.М. Соколов, Т.Е. Науменко, Т.Д. Гриценко, В.П. Самодуров [и др.] // Министерство здравоохранения республики Беларусь. – Минск, 2005. – 27 с.
36. Северова Е.Э Принципы и методы аэропалинологических исследований / Е.Э. Северова; под ред. Н.Р. Мейер-Меликян. – М., 1999. – 48 с.
37. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли / А.Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1978. – 24с.
38. Терёхина Т. А. Антропогенные фитосистемы / Т. А. Терёхина.– Барнаул: АГУ, 2000. – 250 с.
39. Фрадкин В.А. Диагностические и лечебные аллергены / В.А. Фрадкин. – М., 1990. – 255 с.
40. Харитонов, Н. Г. Почвенная карта / Н.Г. Харитонов // Атлас Красноярского края и республики Хакасия. Новосибирск: Роскартография, 1994. – С. 34–35.

41. Хаитов Р.М. Экологическая иммунология / Р.М. Хаитов, Б.И. Пинегин, Х.И. Истамов. -М.:Эксмо, 1995.-157 с.
42. Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири. Изд-во Томского ун-та, 1962. -520 с.
43. Черепнин Л. М. Растительный покров южной части Красноярского края и задачи его изучения / Л. М. Черепнин // Учёные записки Красноярского педагогического института. – 1956. – Т. 5. – С. 3–43.
44. Черепнин Л. М. Флора южной части Красноярского края / Л. М. Черепнин.– Красноярск: КГПИ, 1957. – Т. 1. – 140 с.
45. Ямских, Г.Ю. Морфологические палинологические индикаторы палеоклиматических условий голоцена Приенисейской Сибири / Г.Ю Ямских // Эволюция жизни на Земле: Материалы IV Международного симпозиума. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – С. 660–663.
46. Adoración Zafra Identification of Distinctive Variants of the Olive Pollen Allergen Ole e 5 (Cu,Zn Superoxide Dismutase) throughout the Analysis of the Olive Pollen Transcriptome / Adoración Zafra, Rosario Carmona, José C. Jimenez-Lopez, Amada Pulido, M. Gonzalo Claros, Juan de Dios Alché // Bioinformatics and Biomedical Engineering. Lecture Notes in Computer Science. –2015. –Vol.9043. – P. 460–470.
47. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe / G. D'Amato, L. Cecchi, S.Bonini, C. [et al.] // Allergy. –2007. –Vol. 62, No 9. –P. 976–990.
48. Atkinson, H. 10-year record of the arboreal airborne pollen in Stockholm, Sweden/ Atkinson H., Larsson K.A. // Grana. – 1990. – Vol. 29. – P. 229–237.
49. Barnaby, Hobsbawn Retraction Note: Meeting Abstract: A post-hoc qualitative analysis of real time heads-up pollen counting versus traditional microscopy counting in the environmental exposure unit (EEU) / Barnaby

Hobsbawn, Jenny Thiele, Anne K Ellis // Allergy, Asthma & Clinical Immunology. – 2015. – P.354–360.

50. Bucher, E. Das Pollen der Südtiroler Honige / Bucher E., Kofter V., Vorwohl G., Zieger E. – Stuttgart, 2004. – 678 p.

51. Christoph, Herbig Palaeobotanical evidence for agricultural activities in the Eifel region during the Holocene: plant macro-remain and pollen analyses from sediments of three maar lakes in the Quaternary Westeifel Volcanic Field (Germany, Rheinland-Pfalz)/ Christoph Herbig, Frank Sirocko // Vegetation History and Archaeobotany. – 2013. – Vol.22, № 6 – P. 447– 462.

52. Everton Hilo de Souza. Viability, storage and ultrastructure analysis of *Aechmea bicolor*(Bromeliaceae) pollen grains, an endemic species to the Atlantic forest /Everton Hilo de Souza, Fernanda Vidigal Duarte Souza, Mônica Lanzoni Rossi, Nathalia Brancalleão, Carlos Alberto da Silva Ledo, Adriana Pinheiro Martinelli //Euphytica. – 2015. – Vol.204, № 1 – p. 13–28.

53. Favio Gerardo Vossler. The oligolecty status of a specialist bee of South American *Prosopis* (Fabaceae) supported by pollen analysis and floral visitation methods / Favio Gerardo Vossler // Organisms Diversity & Evolution. –2013. – Vol.13. – P.513.

54. Guicheng Song. Anther response to high-temperature stress during development and pollen thermotolerance heterosis as revealed by pollen tube growth and in vitro pollen vigor analysis in upland cotton / Guicheng Song, Miaomiao Wang, Bin Zeng, Jing Zhang, Chenliang Jiang, Canming Tang // Planta. – 2015. – Vol. 241, № 5. – p. 1271–1285.

55. J. Scott MacIvor. Exotics on exotics: Pollen analysis of urban bees visiting *Sedum* on a green roof / J. Scott MacIvor, Ally Ruttan, Baharak Salehi // Urban Ecosystems. – 2015. – Vol.18, № 2 – P. 419–430.

56. Marie-Cecile G. Chalbot. NMR Analysis of the Water-Soluble Fraction of Airborne Pollen Particles / Marie-Cecile G. Chalbot, Gonçalo Gamboa da Costa, Ilias G. Kavouras // Applied Magnetic Resonance. –2013. –Vol. 44, № 12. –P. 1347–1358.
57. Mandrioli P. Effect of agrometeorological parameters on the phenology of pollen emission and production of olive threes (*Olea European L.*) / Mandrioli P., Moriondo M., Orlandini S., Nuntiis P. // Aerobiologia. – 2001. –Vol. 17. – P. 225–232.
58. Mincigrucci G. Experimental results about *Platanus* pollen deposition / Mincigrucci G., Bricci E., Frenguelli G // Aerobiologia.– 2000. – Vol. 16, № 3/ 4. – P. 347–352.
59. Que Zhou. Ultrastructure analysis reveals sporopollenin deposition and nexine formation at early stage of pollen wall development in *Arabidopsis* / Que Zhou, Jun Zhu, Yong-Lan Cui, Zhong-Nan Yang // Science Bulletin. – 2015. – Vol. 60, № 2. – P. 273–276.
60. Toshiyuki Fujiki. Vegetation Change in the Area of Angkor Thom Based on Pollen Analysis of Moat Deposits / Toshiyuki Fujiki // Advances in Asian Human – Environmental Research. – 2013. –P. 363-381.
61. Veronika Lang, Björn Usadel, Gerhard Obermeyer. De novo sequencing and analysis of the lily pollen transcriptome: an open access data source for an orphan plant species / Veronika Lang, Björn Usadel, Gerhard Obermeyer // Plant Molecular Biology. –2015. –Vol.87, № 1–2. – P. 69–80.
62. Winkler, H. Pollenbestimmungsbuch der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst / Winkler H., Ostrowski R., Wilhelm M. – Paderborn, – 2001. – 80 C.

63. Погода и климат [Электронный ресурс]: Климатический монитор: погода в Красноярске. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=29570> (Дата обращения 05.06.2016)

64. История погоды [Электронный ресурс]: Архив погоды - Красноярск. URL: WeatherArchive.ru (Дата посещения 18.02.2016)

65. Электронный атлас Красноярского края [Электронный ресурс]: Электронный атлас Красноярского края для изучения курса национального регионального компонента «Природа и экология Красноярского края». URL: <http://project.1september.ru/works/579335> (Дата посещения 12.01.2016)