

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ**

**ИССЫК - КУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. КАСЫМА ТЫНЫСТАНОВА**

На правах рукописи  
УДК 575.224 504.53.054

**ОСМОНБАЕВА КЫМБАТКУЛЬ БЕЙШЕНОВНА**

**ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И КОНЦЕНТРАЦИЯ ПЫЛЬЦЫ  
РАСТЕНИЙ И СПОР ГРИБОВ В ВОЗДУХЕ**

**03. 02. 08 – экология**

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора биологических наук

**Научный консультант:  
Доктор биологических наук, профессор  
Кобзарь Вера Николаевна**

**Бишкек – 2024**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ.....</b>	<b>4</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>13</b>
1.1. Изменение климата в мире на современном этапе .....	13
1.2. Воздействие изменения климата на аэробιοчастицы.....	30
<b>ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>52</b>
2.1. Район исследования .....	52
2.2. Объекты и методы исследования .....	54
<b>ГЛАВА III. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛЬЦЫ РАСТЕНИЙ И СПОР ГРИБОВ.....</b>	<b>65</b>
3.1. Оценка работы гравиметрической и волюметрической ловушек.....	65
3.2. Краткосрочные исследования пыльцы растений.....	75
<b>ГЛАВА IV. АЭРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ Г. КАРАКОЛ</b>	<b>84</b>
4.1. Концентрация пыльцы растений и спор грибов в 2015 году.....	84
4.2. Концентрация пыльцы растений и спор грибов в 2016 году.....	92
4.3. Концентрация пыльцы растений и спор грибов в 2017 году.....	102
<b>ГЛАВА V. ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ПЫЛЬЦЫ РАСТЕНИЙ И СПОР ГРИБОВ В ВОЗДУХЕ.....</b>	<b>118</b>
5.1. Метеорологические факторы и аэробιοлогический спектр.....	118
5.1.1. Метеорологические факторы и пыльца растений .....	118
5.1.2. Метеорологические факторы и споры грибов .....	135
5.2. Изменения в землепользовании и аэробιοлогический спектр.....	149
<b>ГЛАВА VI. АЭРОАЛЛЕРГЕНЫ КАК ИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОЙ ТРИАДЫ: ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>	<b>164</b>
<b>ГЛАВА VII. ОЗЕЛЕНЕНИЕ КАК МЕРА ПО АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА .....</b>	<b>185</b>
7.1. Общие принципы формирования озелененных пространств.....	186

7.2. Экологическая оценка состояния зеленых насаждений города Каракол	199
<b>ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....</b>	<b>217</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>217</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>268</b>

## **ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ**

ИК - Изменение климата

CO<sub>2</sub> - двуокись углерода (диоксид углерода, углекислый газ)

МГЭИК - Межправительственная группа экспертов ООН по изменению климата

CH<sub>4</sub> - метан, простейший углеводород, 2-й по значимости парниковый газ

N<sub>2</sub>O - закись азота (оксид азота), 3-й по значимости парниковый газ

РКИК - Рамочная конвенция ООН об изменении климата

ВМО - Всемирная метеорологическая организация

ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения

WAO - Всемирная организация по аллергии

IAA - Международная аэриобиологическая ассоциация

ЕААСИ - Европейская академия аллергологии и клинической иммунологии

ЕСDC - Европейский центр профилактики и контроля заболеваний

WWF - Всемирный фонд дикой природы

ФАО - Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН

IgE - иммуноглобулин класса E

АР - аллергический ринит

АТ - антитела

АтД - атопический дерматит

БА - бронхиальная астма



## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы диссертации.** Изменение климата, в сочетании с воздействием загрязнителей воздуха, может иметь потенциально серьезные неблагоприятные последствия для здоровья человека. определенную степень воздействия на все живые организмы. Потепление климата, связываемое с выбросами в атмосферу значительных количеств углекислого и других газов, должно сказаться на сроках важных сезонных событий в жизни растений, таких как начало цветения. От периода цветения зависят многие процессы в жизни растений (образование плодов, рассеивание семян и т. п.). Утверждается, что с потеплением климата увеличится продолжительность вегетационного периода, возрастет видовое разнообразие, что ведет к удлинению сезона аэронавигации пыльцы и спор и периода обострения поллинозов [Ш. А. Ильясов, О. Н. Шаббаева, 2003]. Произойдет миграция растений и изменение ареалов произрастания, уменьшение или исчезновение некоторых таксонов растений, и вместе с тем, изменятся производство, распределение, количество и аллергенность пыльцы [P. J. Beggs, 2004; R. Ariano, G. W. Canonica, G. Passalacqua et al., 2010; L. H. Ziska, P. J. Beggs, 2012; T. Bonofiglio, F. Orlandi, L. Ruga et al., 2013; M. De Sario, K. Katsouyanni, P. Michelozzi et al., 2013].

Глобальное потепление и связанные с этим изменения количества осадков и других метеорологических переменных, непосредственно и опосредованно влияют на жизненные циклы растений (увеличение биомассы и продукции пыльцы, продление сезона цветения), и дальше через растения на здоровье человека. Появление новых таксонов аллергенной пыльцы и пространственные сдвиги в распространении аэроаллергенов в перспективе будут усиливать сенсбилизацию у больных.

Концентрация пыльцы в воздухе сильно коррелирует с интенсивностью цветения ветроопыляемых видов, произрастающих в местах мониторинга и вокруг них. То есть, пылевой спектр населенных пунктов зависит от своей декоративной и рудеральной городской флоры, от культур близлежащих сельскохозяйственных угодий [H. Garcia-Mozo, 2016; В. Н. Кобзарь, К. Б.

Осмонбаева, 2018; 2022]. Интенсификация землепользования существенно влияет на аэриобиологический спектр населенных пунктов, на содержание в воздухе пыльцы растений и спор грибов. Спор грибов вырабатывается намного больше, чем пыльцы растений. *Cladosporium* является основным компонентом воздушной микобиоты в нескольких регионах мира и преобладает над другими видами спор [F. J. Rodriguez-Rajo, I. Iglesias, V. Jato et al., 2005; T. Y. Patel, M. Buttner, D. Rivas et al., 2018]. Пастбища и поля с зерновыми культурами в Кыргызстане являются особенно значимыми источниками спор *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Helminthosporium*. Высокие уровни спор ржавчинных и головневых грибов являются результатом заражения ими зерновых культур [Б. М. Пухлик, 2017]. В этой связи, изучение микофлоры воздуха имеет важное санитарно-гигиеническое и фитопатологическое значение [В. И. Билай, 1974].

В связи с антропогенным прессом и климатическими изменениями в последние годы актуальным является проведение постоянного мониторинга растений для выявления изменений в них и прогнозирования их дальнейшего существования. В контексте этого, возникает необходимость организации и проведения комплексных медико-биологических и мониторинговых исследований техногенных загрязнителей воздуха и биополлютантов [Т. Л. Доронина, 2012].

Учитывая некоторые уже видимые изменения климата в Кыргызской Республике (экстремальные погодные явления – аномальная жара, сильные дожди, шквальные ветры) и ожидаемые изменения в будущем, необходимо создать программу мониторинга биочастиц воздуха не только в пределах Кыргызской Республики, но и в целом в Центральной Азии и включиться в общемировой мониторинг. Подобные программы позволят прогнозировать количественный и таксономический состав, поведение аэроаллергенов и фитопатогенных грибов.

**Связь темы диссертации с крупными научными программами, основными научно-исследовательскими работами, проводимыми**

**образовательными и научными учреждениями.** Работа выполнена в рамках научной грантовой программы Института исследования горных сообществ Университета Центральной Азии для исследователей Центральной Азии и Афганистана (CAARF) по направлению «Изменения окружающей среды и управление природными ресурсами, включая проблемы, связанные с деградацией земель, изменением климата, потерей биоразнообразия и природными угрозами» (2013-2016 гг.).

Исследования выполнялись в течение ряда лет и являлись частью тем госбюджетной научно-исследовательской работы управления науки и научно-технической информации Министерства образования и науки КР: «Устойчивое развитие и рациональное использование природных ресурсов Иссык-Кульской области» (2018 г., № госрегистрации 0007971); «Экологические аспекты устойчивого развития города Каракол» (2019-2020 гг., № госрегистрации 0007704); «Радиоэкологическое исследование окружающей среды природно-техногенных экосистем» (2023 гг.). Отдельные результаты работы представлены в научно-исследовательской теме лаборатории биогеографии Тянь-Шанского высокогорного научного центра Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР «Оценка современного состояния лесов в долине р. Чон-Кызыл-Суу (ГМС 2550 м)» в рамках общей темы центра «Комплексное исследование физико-географических процессов высотных зон Иссык-Куля» (2016-2020 гг., № госрегистрации 0007187).

**Цель исследования:** Разработка концепции «Аэроаллергены как индикаторы антропогенной триады: изменения климата, системы землепользования и загрязнения окружающей среды».

**Задачи исследования:**

1. Провести сравнительный анализ работы пылеуловителей и оценку использования пылевого анализа.
2. Определить количественный и таксономический состав пыльцы растений и спор грибов в воздухе г. Каракол с помощью волюметрического метода.

3. Изучить воздействие метеорологических факторов (температуры и осадков) на концентрацию пыльцы доминирующих видов аллергенных растений и спор грибов.
4. Исследовать изменения в системе землепользования и влияние их на аэриобиологический спектр.
5. Провести комплексный эколого-биологический анализ концентрации пыльцы растений и спор грибов в условиях изменения климата, загрязнения окружающей среды и изменения системы землепользования.
6. Оценить современное состояние озеленения г. Каракол и ее вклад в аэриобиологическую ситуацию.

#### **Научная новизна полученных результатов.**

Впервые разработана актуальная концепция: «Аэроаллергены как индикаторы антропогенной триады: изменения климата, системы землепользования и загрязнения окружающей среды». Описаны основные эффекты влияния изменения климата и загрязнений среды обитания человека на пыльцу растений и споры грибов.

Впервые в странах Центральной Азии, в Кыргызской Республике применена одна из модификаций пылевой ловушки Хирста, Impact-волюметрический пылеуловитель Ланзони - сертифицированный аппарат, модель VPPS 2010 (Lanzoni SRL, Италия), специально сконструированный для определения концентрации пылевых зерен и спор как функции времени. Обозначены преимущества волюметрического пылеуловителя и в целом, использования пыльцы растений как биоиндикатора состояния окружающей среды.

Детально установлены последовательность и сроки присутствия таксонов пыльцы и спор с учетом их максимальных суточных значений и суммарных количеств. Идентифицированы и описаны: спектр аллергенных видов - пыльца лиственных и хвойных деревьев, сорных и злаковых растений; аллергенные виды спор грибов и фитопатогены ряда возделываемых культур.

Выявлено, что интенсификация землепользования существенно влияет на аэробιологический спектр населенных пунктов, на содержание в воздухе пылльцы злаковых растений и спор грибов.

Впервые дана экологическая оценка современного состояния зеленых насаждений г. Каракол, подобран ассортимент древесно-кустарниковых растений, в том числе ценных декоративных форм для улучшения состояния озеленения города.

Разработан дихотомический определитель воздушных спор, который повысит эффективность дифференциальной диагностики аэроаллергенов под световым микроскопом.

### **Практическая значимость полученных результатов.**

- Разработанная в диссертации концепция, где аэроаллергены выступают как индикаторы изменения климата, загрязнения окружающей среды и изменения землепользования, вносит вклад в работу Иссык-Куль-Нарынского регионального управления Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики, которое осуществляет разработку и реализацию государственной политики и координацию в сферах охраны окружающей среды, экологии и климата, государственный контроль за соблюдением требований экологической (в том числе биологической) безопасности (акт внедрения от 15.06.2022 г.).

- Материалы диссертации используются муниципальным предприятием мэрии г. Каракол «Каракол жашылдандыруу» в целях улучшения мероприятий и практических действий по благоустройству и озеленению города Каракол. По результатам исследований разработаны, изданы и внедрены в муниципальное предприятие «Каракол жашылдандыруу» методические рекомендации «Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол» (акт внедрения от 13.05.2020 г.).

- Данные исследования используются в учебном процессе Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова при чтении

курсов лекций, проведении лабораторных и практических занятий для студентов по специальностям: «Экология», «Биология» (акт внедрения от 10.09.2022 г.).

- Материалы исследования (теоретические аспекты, методология (методика работы пылеуловителя Ланзони, идентификация пыльцы растений и спор грибов под микроскопом) и другие особенности аэробιοлогическιх исследований) внедрены в работу Международного центра молекулярной аллєргологии при Министерстве инновационного развития Республики Узбекистан (МЦМА МИР РУз) (акт внедрения от 1.02.2023 г.).

- Результаты исследований рекомендуются для применения санитарно-эпидемиологической службой Министерства здравоохранения, в лечебно-профилактических учреждениях и при подготовке медицинских работников и биологов; в лабораториях по карантину растений департамента химизации, защиты и карантина растений Министерства водных ресурсов, сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности КР, Лесной службой при МЧС КР при проведении микологической экспертизы и оценки качества и количества пыльцы.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Анализ концентрации пыльцы растений и спор грибов как индикаторов изменения климата, системы землепользования и загрязнения окружающей среды. Суммированы основные эффекты влияния антропогенной триады на пыльцу растений и споры грибов.

2. Эффективность работы модификации пылеуловителя Хирста (ловушки Ланзони), который позволяет получать ранее недоступные сведения о концентрации и таксономическом составе пыльцы растений и спор грибов.

3. Полынь, злаковые, маревые, коноплевые - лидеры всех исследуемых годов. Увеличение количества пыльцы трав, уменьшение количества пыльцы деревьев. Преобладание по количественному составу в г. Каракол пыльцы хвойных (голосеменных) деревьев.

4. Состав спор грибов 24 видов из 8 классов, 18 семейств, 3 отделов (*Ascomycota* - 17, *Basidiomycota* - 6, *Oomycota* - 1).

5. Влияние интенсификации землепользования на аэриобиологический спектр населенных пунктов, на содержание в воздухе пыльцы злаковых растений и появление в спектре спор грибов: *Tilletia*, *Sorosporium*, *Puccinia*, *Curvularia*, *Pyrenophora*, *Urocystis*, *Didymella*, *Diplodia*, *Piricularia*.

6. Присутствие в воздухе г. Каракол потенциально опасных для здоровья человека аллергенных таксонов пыльцы растений и спор грибов.

**Личный вклад соискателя.** Все разделы диссертационной работы выполнены автором самостоятельно: сбор пыльцы растений и спор грибов, содержащихся в воздухе; количественное определение при визуальном подсчете и идентификация в поле зрения микроскопа; изучение влияния метеорологических параметров на содержание биочастиц в воздухе; таксономическая и статистическая обработка материала с дальнейшим анализом.

Интерпретация и обсуждение полученных результатов выполнены с учётом консультаций доктора биологических наук, профессора кафедры физики, медицинской информатики и биологии КРСУ им. Б. Ельцина Кобзарь В. Н.

Материалы по озеленению приведены исходя из рекомендаций главного научного сотрудника лаборатории лесных культур и селекции Научно-производственного центра исследования лесов им. П. А. Гана Института биологии НАН КР, доктора биологических наук, профессора Бикирова Ш. Б.

**Апробации результатов исследования.** Основные положения работы были доложены и обсуждены на: Международном семинаре-тренинге «Research for Development (R4D) Training Programme Central Asia and Afghanistan Research Fellowship», г. Душанбе, 6-12 октября 2014 года (Душанбе, 2014); Международном воркшопе «Аэропалеонология & Молекулярная аллергология», г. Ташкент, 11-18 июля 2022 года (Ташкент, 2022); Международном научно-практическом семинаре «MRI Mountains Observatories Working Group and GEO Mountains Workshop in Central Asia», г. Алматы, 17-22 апреля 2023 года (Алматы, 2023); II международном аэриобиологическом воркшопе «Аэропалеонология & Молекулярная аллергология», г. Ташкент, 22-31 мая 2023 года (Ташкент, 2023);

Международном научно-практическом семинаре «Астма&Аллергия: от инноваций к практике», г. Самарканд, 29 мая 2023 года (Самарканд, 2023); Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы исследования окружающей среды для устойчивого развития в аридных зонах» с. Чок-Тал, 16-17 августа 2023 (Чок-Тал, 2023); Межрегиональной онлайн научно-практической конференции «Актуальные вопросы аллергологии и иммунологии – междисциплинарные аспекты», г. Ростов-на-Дону, 15 марта 2024 года (Ростов-на-Дону, 2024); Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы, астма и аллергия», г. Нукус, 21 мая 2024 года (Нукус, 2024).

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.** По результатам диссертации опубликовано 30 научных работ, в том числе методические рекомендации - 1, статьи в изданиях, индексируемых Scopus -1 и системой РИНЦ – 17.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов и практических рекомендаций, списка использованной литературы, приложений (акты внедрения, дихотомический определитель спор грибов, микрофотографии пыльцы растений и спор грибов). Диссертация изложена на 296 страницах компьютерного текста, содержит 60 рисунков (карты, графики, диаграммы, схемы, фото), 27 таблиц. Список использованной литературы включает 426 работ, из них 179 зарубежных авторов.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю признательность научному консультанту - доктору биологических наук, профессору В. Н. Кобзарь за значительную помощь и поддержку в проведении исследований. Постоянное содействие в процессе работы оказывало руководство Иссык-Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова, а также лаборатории Тянь-Шанского высокогорного научного центра Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР.



## ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Изменение климата в мире на современном этапе

Из-за сложностей анализа глобальных изменений температуры некоторые ученые до сих пор не признают потепление климата фактом и предпочитают говорить о нем как о гипотезе, нуждающейся в тщательной проверке. И все же подтверждений с каждым годом становится все больше. На континентах Земли за последнее столетие и, особенно за последние десятилетия, преобладают положительные тренды температуры воздуха во все сезоны (зима-весна до  $1,0^{\circ}\text{C}/10$  лет, лето-осень до  $0,6^{\circ}\text{C}/10$  лет) [Б. Г. Шерстюков, 2008]. Начиная с 1970-х г., каждое из последующих десятилетий было теплее предыдущего. В целом потепление зим второй половины XX в. превышало потепление зим XIX в. в 1,5-2 раза: на  $30^{\circ}\text{C}$  поднялись температуры в Монголии,  $40^{\circ}\text{C}$  - в Прибайкалье и на  $70^{\circ}\text{C}$  - в Якутии [Е. П. Кашкаров, 2009]. Данные Всемирной метеорологической организации (ВМО) говорят об аномальном росте температуры. За всю историю инструментальных наблюдений никогда не было столь длительного и сильного потепления. По данным Росгидромета, за 100 лет (1907-2006 гг.) потепление на территории России составило в среднем  $1,29^{\circ}\text{C}$ , что в полтора раза больше, чем в мире в целом, где потепление составило  $0,8^{\circ}\text{C}$  [А. О. Кокорин, С. Н. Кураев, М. А. Юлкин, 2009]. Согласно инструментальным наблюдениям за температурами приземного слоя воздуха, процесс современного потепления на земном шаре развивался около сотни лет. Вторая половина XIX в., и первые  $\frac{3}{4}$  XX в., представляли, по сути, переходный период от малой ледниковой эпохи к современному потеплению [О. А. Поморцев, Е. П. Кашкаров, 2008].

Еще в 1827 году парниковый эффект описал французский ученый Ж.-Б. Ж. Фурье. В конце XIX века шведский ученый С. А. Аррениус пришел к выводу, что концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере меняется из-за сжигания угля, и это приводит к потеплению климата [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008]. Причиной глобального потепления является увеличение содержания пыли, углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), фреонов

(хлорфторуглеродов) технического происхождения и других газов, паров воды, которые препятствуют длинноволновому тепловому излучению с поверхности Земли, создавая дополнительный парниковый эффект [В. А. Баршполец, 2011]. И здесь есть мнения, что интенсивное потепление климата последних десятилетий не является следствием только парниковых газов антропогенного происхождения, накапливающихся в эти годы. Не менее важную роль играют естественные процессы, ответственные за перераспределение тепла между атмосферой и океаном [Б. Г. Шерстюков, 2008].

Углекислый газ является самым важным из парниковых газов, являясь очень «естественным» компонентом атмосферы, настолько естественным, что мы лишь недавно стали задумываться об углекислом газе антропогенного происхождения как о загрязнителе [К. Д. Боконбаев, Е. М. Родина, Ш. А. Ильясов и др., 2003]. Среднегодовая атмосферная концентрация  $\text{CO}_2$ , измеренная в обсерватории Мауна-Лоа на Гавайях в 2016 г., составила 404,21 ppm (доли на миллион). Увеличение более чем на 100 ppm было стремительным по сравнению с доиндустриальной концентрацией, равнявшейся всего 280 ppm. Увеличение концентрации атмосферного  $\text{CO}_2$  с 1750 г. по настоящее время не было постепенным, причем 2/3 этого увеличения пришлось только на последние 55 лет (с 1967 г.) [С. Le Quere, R. M. Andrew, P. Friedlingstein et al., 2018].

Сравнительно низкая концентрация закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) компенсируется его чрезвычайной активностью – молекула закиси азота в 200-300 раз сильнее способствует образованию парникового эффекта, чем молекула углекислого газа. Расчетные количества  $\text{N}_2\text{O}$ , поступающего ежегодно в атмосферу из всех источников, включая океан, почвы, тропические леса и леса умеренных зон, сжигание биомассы и ископаемых видов топлива и удобрения, составляют от 4,4 до 10,5 миллионов тонн в год [К. Д. Боконбаев, Е. М. Родина, Ш. А. Ильясов и др., 2003].

Из тающей вечной мерзлоты резко усиливается выделение метана (около 70 млрд. тонн  $\text{CH}_4$  – две трети запасов природного газа). Метан – это парниковый газ в 21-23 раза более вредный, чем  $\text{CO}_2$  с точки зрения глобального потепления

[В. П. Ануфриев и др., 2022]. Источники метана – это болота (около 115 миллионов тонн в год), результаты кишечной ферментации домашних животных (около 80 миллионов тонн в год), рисовые поля (около 60 миллионов тонн в год), добыча полезных ископаемых (около 100 миллионов тонн в год), отходы жизнедеятельности животных (около 25 миллионов тонн в год), утилизация отходов (около 25 миллионов тонн в год), свалки (около 30 миллионов тонн в год), сжигание биомассы (около 40 миллионов тонн в год) [К. Д. Боконбаев, Е. М. Родина, Ш. А. Ильясов и др., 2003].

Атмосферные концентрации метана ( $\text{CH}_4$ ) и закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) возросли примерно на 150 и 20% соответственно [С. Н. Katelaris, Р. J. Beggs, 2018]. По сравнению с 1750 годом концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере выросла на треть: с 280 до 380  $\text{млн}^{-1}$  (на  $\text{млн}$ . литров воздуха приходится 380 литров  $\text{CO}_2$ ), причем резкий рост пришелся на последние десятилетия XX века. Концентрация же метана выросла в 2,5 раза  $\pm 4\%^2$ . Н. Стерн обращает серьезное внимание на метан, накопленный в вечной мерзлоте и который будет высвобождаться при потеплении. Тренд закиси азота равен  $17 \pm 5\%^1$  [А. О. Кокорин, С. Н. Кураев, М. А. Юлкин, 2009].

В результате человеческой деятельности в атмосферу попадает еще одна группа веществ, усиливающих парниковый эффект – галогенуглероды (хлорфторуглероды, хлорфторуглеводороды, другие вещества). Эти вещества вызывают беспокойство из-за своей продолжительности жизни (около 400 лет) и большего воздействия на атмосферу, чем углекислый газ в пересчете на каждую молекулу.

Метан, закись азота и двуокись углерода – важные парниковые газы, каждый из которых оказывает определенное влияние на разрушение озона. Кроме того, последствия изменения климата (например, меняющаяся облачность) могут оказывать непосредственное, как позитивное, так и негативное, воздействие на ультрафиолетовое излучение у земной поверхности, что лишает всякой определенности прогнозы долгосрочных изменений поверхностного излучения под воздействием всех влияющих на него факторов.

[А.-Ло Н. Ажавон, Д. Л. Олбриттон, С. О. Андерсен и др., 2003]. Известно также, что отрицательные последствия от увеличения УФ-радиации должны в первую очередь проявиться в горных регионах. Это связано с тремя характерными факторами. Во-первых, для гор характерна высокая прозрачность атмосферы, которая не препятствует проникновению УФ-радиации повышенной интенсивности. Во-вторых, именно во внутренних регионах крупных континентов складывается сухой климат, наблюдается небольшое количество облачных дней, особенно в теплый период года. В-третьих, над горами формируются восходящие воздушные потоки, приводящие к дополнительному сокращению содержания озона в стратосфере. Это явление как бы расширяет озоновую дыру над горами, облегчая доступ к поверхности Земли дополнительным потокам УФ-радиации [С. Ж. Токтомышев, В. К. Семенов, 2001].

В России за XX век среднегодовая температура приземного слоя воздуха выросла на 1°C, что на 0,3°C больше, чем рост средней глобальной температуры Земли. За 1990-2000 годы температура возросла на рекордные 0,4°C [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008]. В Монголии за последние 60 лет температура выросла на 1,8°C [P. Batima, L. Natsagdorj, P. Gombluudev et al., 2005]. В северо-западном Китае в 1961-2000 гг. среднегодовая температура увеличилась на 0,7°C [Y. F. Shi., Y. P. Shen, R. J. Hu, 2002]. В странах Центральной Азии, Монголии, части Китая изменения климата и их последствия ожидаются наиболее сильными [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008]. Австралия уже потеплела на 1,47°C ( $\pm 0,24^\circ\text{C}$ ) в среднем с 1910 года, что сопровождается более частыми и интенсивными экстремальными тепловыми явлениями [R. Xu, 2023].

Прогнозы будущего изменения климата указывают на то, что глобальная средняя температура поверхности увеличится еще на 0,3-4,8°C к концу этого столетия по сравнению с периодом 1986-2005 годов, в зависимости от развития сценария выбросов парниковых газов. Повышение температуры будет переменным в разных регионах Земли, кроме того, предполагается, что среднее

потепление атмосферы над сушей будет выше, чем над океаном [С. Н. Katelaris, P. J. Beggs, 2018].

Изменение климата окажет воздействие на все группы населения, но некоторые группы более уязвимы, чем другие. Многие исследования, как правило, единодушны в том, что особо уязвимы люди, живущие в небольших развивающихся островных государствах и других прибрежных районах, мегаполисах, а также горных и полярных районах [Н. А. Агаджанян, 2002; Ш. А. Ильясов, О. Н. Шабаева; M. Parry, C. Rosenzweig, A. Iglesias et al., 2004; А. Н. Алексеев, 2006; The global burden of disease: 2004 update. Geneva, World Health Organization, 2008].

Горные районы составляют значительную часть территории некоторых стран Центральной Азии (примерно 90% территории Кыргызстана и 93% территории Таджикистана). Приводятся данные о том, что высокогорные районы являются одной из приоритетных проблемных зон для Центральной Азии, учитывая, что в них сосредоточены важные для всего региона водные ресурсы [Б. Мозелло, А. Фунг, А. Виехофф и др., 2023]. Именно здесь формируется сток всех рек, орошающих густонаселённую территорию региона [Г. Е. Глазырин, У. У. Таджибаева, 2011]. Горные экосистемы особенно уязвимы перед изменением климата, так как играют ключевую роль в регулировании климата в Центральной Азии. За последнее столетие изменение климата оказало значительное воздействие на эти экосистемы, что будет иметь последствия не только для людей, живущих в горных районах или вблизи них, но также для всего региона в целом [Адаптация к изменению климата, 2017]. И в связи с нахождением Центральной Азии в центре континента и сложной топографией, прогнозы по изменению климата имеют уровень неопределенности [К. Кервен, Б. Штайман, Л. Эшли и др., 2011].

Климатическая ситуация в Центральной Азии является достаточно сложной. Согласно данным Мозелло Б. и др. (2023) изменение климата затронет средства к существованию многих сельских горных общин, которые зависят от сельского хозяйства, пастбищ и лесов, поскольку последние весьма

чувствительны к последствиям изменения климата. Отмечается, что эти последствия также имеют гендерный и межпоколенческий аспекты, обусловленные непропорционально большей подверженностью уязвимых групп их воздействию [Б. Мозелло, А. Фунг, А. Виехофф и др., 2023]. Согласно исследованиям других авторов, на эти процессы определенное воздействие оказывают особенности географического расположения отдельных государств, структура национальных экономик, количество и плотность населения, развитие сельского хозяйства, внедрение современных инновационных цифровых технологий в процесс хозяйственной деятельности [А. А. Амбарцумян, А. А. Кадыров, 2022].

Из-за своего континентального климата Центральная Азия также подвержена периодическим волнам похолоданий и метелей в зимний период. Возрастающие во всей Азии частота и интенсивность опасных природных явлений, таких как периоды аномальной жары, наводнения и засухи, могут приводить к увеличению случаев трансмиссивных и передающихся через воду заболеваний, недоедания, психических расстройств и аллергических заболеваний. Кроме того, пылевые бури, частота которых, очевидно, будет расти по мере увеличения засушливости климата, могут увеличить подверженность населения Центральной Азии воздействию пыли и усугубить проблемы с дыханием, а также кожные и глазные заболевания [Б. Мозелло, А. Фунг, А. Виехофф и др., 2023].

Многие авторы, как правило, единодушны в том, что экстремальные метеорологические явления становятся более интенсивными и частыми [Н. А. Агаджанян, 2002; Ш. А. Ильясов, О. Н. Шабаева, 2003; М. Parry, С. Rosenzweig, А. Iglesias et al., 2004; А. Н. Алексеев, 2006]. В будущем мы станем свидетелями более частых и сильных грозных бурь и тропических ураганов [С. Н. Katelaris, Р. J. Beggs, 2018]. По данным Министерства чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики, за последние 30 лет в Кыргызстане наблюдается стабильный рост числа чрезвычайных ситуаций. За это время в стране произошло почти 6 тысяч различных катастроф. Две трети из них –

чрезвычайные ситуации природного характера. Рост таких происшествий приходится на период после 2010 года (самыми «урожайными» оказались 2012, 2016 и 2017 годы, когда произошло более 800 катастроф). Высокие температуры и интенсивные осадки могут спровоцировать частые и сильные стихийные бедствия, такие как засуха, аномальная жара, наводнение, оползень, сель и лавина. Частота селей и оползней растет из-за того, что осадки стали чаще выпадать в виде ливней. В то же время увеличивается частота засухи, которая начинает повторяться с определенной периодичностью.

В регионах Центральной Азии среднее увеличение температуры за 20 лет составило 1-2°C [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008]. Прогнозируется, что в 2030-2050 гг. температура воздуха в регионе Центральной Азии может возрасти еще на 1,5 - 3°C. Прогноз температуры для Центральной Азии показывает потепление выше, чем во всем мире (3,7°C к 2100 по сравнению к 3°C во всем мире), максимальное потепление в летние месяцы и самое высокое повышение на возвышении. Прогноз осадков для Центральной Азии показывает повсеместное осушение со сниженными весенними и летними осадками (увеличение частоты очень сухой весны, лета и осени, повышенные осадки зимой) [К. Кервен, Б. Штайман, Л. Эшли и др., 2011].

В начале 1990-х годов большая часть данных метеостанций для территории Средней Азии обрывалась. Есть достаточно детальный анализ для периода 1961 - 1990 гг.: по температуре воздуха найдены данные для 39 станций, по осадкам - для 51 станции. Для каждой станции рассчитывались многолетние линейные тренды средней летней (июнь - август) температуры воздуха и годовых сумм осадков, а затем строились карты этих трендов. По этим материалам оказалось, что наиболее тёплым был период 1971-1980 гг. Это десятилетие было и самым сухим (изменение годовых осадков сильнее всего связано с изменением летней температуры воздуха: при увеличении осадков температура воздуха понижается), и именно в этот период наблюдалось интенсивное сокращение ледников [Г. Е. Глазырин, У. У. Таджибаева, 2011]. Это отмечено в работе других авторов, которые указывают на неоднородный характер потепления: в 1910-1946 гг. происходило потепление; в 1947-1975 гг. -

слабое похолодание, а далее, начиная с 1976 г., отмечается фаза наиболее интенсивного потепления. Хотя климат любого региона связан с глобальным климатом, однако параметры этих связей различны и зависят от конкретного региона [А. В. Чередниченко, 2009].

Узбекистан находится в числе стран, наиболее уязвимых к изменению климата. С 1880 года среднегодовая температура в стране повысилась на 1,6°C (с 13,2 до 14,8°), что превышает средние темпы роста на планете. Кроме того, возросло число дней с температурой воздуха 40° и выше. По пустынной зоне, на севере и юге республики число аномально жарких дней составило от 25 до 40 дней при норме 15-30 дней давности [Ш. Ш. Мухамеджанов, 2015]. В Казахстане увеличиваются абсолютные суточные максимумы температуры воздуха; увеличивается количество жарких дней (выше 35°C) в западных и южных областях Казахстана; увеличивается продолжительность вегетационного периода. Характерный для Центрально-азиатского региона термический стресс в последние три года (2012 – 2014 гг.) наблюдался с удивительной схожей повторяемостью в первой половине августа. В 2015 году термический стресс наблюдался с середины июня до середины июля. Максимальные температуры летнего периода последних лет, все чаще стали превышать 40°C - 41°C, по сравнению с годами тридцатилетней давности [Ш. Ш. Мухамеджанов, 2015]. В Кыргызстане и Таджикистане температура повысилась в среднем на 0,3-1,2°C [Climate Change in Central Asia: a visual synthesis link / Zoë Environment Network. С. 18-19, [https://www.preventionweb.net/files/12033\\_CCCAdec2009.pdf](https://www.preventionweb.net/files/12033_CCCAdec2009.pdf)].

Общие последствия изменения климата для региона Центральной Азии можно выразить в следующих аспектах: нестабильность источников средств к существованию (в городских и сельских районах); человеческие и экономические потери; дополнительное давление и конкуренция за скудные природные ресурсы; сезонный или постоянный дефицит воды и возможная нехватка энергетических и водных ресурсов; разрушение инфраструктуры; проблемы с промышленной безопасностью, в том числе стабильностью хвостохранилищ; уменьшение экосистемных услуг; нарушение биоразнообразия



и возможная потеря рыбных запасов, пастбищ и генетических ресурсов; усиление социальной напряженности и конфликтов; изменения в структуре торговли и экономические последствия; повышение уровня и более широкое географическое распространение болезней, а также ухудшение здоровья населения; потеря источников доходов и рост бедности или снижение благосостояния; снижение уровня физической безопасности и возможный рост преступности; перемещение населения и повышение уровня миграции; потеря земель, а также культурного и природного наследия [Изменение климата и безопасность в Центральной Азии, 2018].

Данные метеорологических станций на территории Кыргызстана, расположенных на разной высоте, указывают на рост температуры в нижней тропосфере, охлаждение в верхней тропосфере и стратосфере. Для всей территории Кыргызстана средняя годовая температура в XX в. в пересчете на 100 лет возросла на  $1,6^{\circ}\text{C}$ , что значительно выше глобального потепления на  $0,6^{\circ}\text{C}$  [Д. М. Маматканов, Л. В. Бажанова, В. А. Кузьмиченок и др., 2014].

В Кыргызской Республике разные метеостанции имеют различный период наблюдений, что затрудняет проведение климатического анализа. Если за весь период наблюдений скорость роста среднегодовой температуры составляла по республике  $0,0104^{\circ}\text{C}/\text{год}$ , то за период 1960-2010 гг. скорость возросла более чем вдвое и составила  $0,0248^{\circ}\text{C}/\text{год}$ , а за период 1990-2010 гг. скорость уже составила  $0,0701^{\circ}\text{C}/\text{год}$ . Возрастание среднегодовой температуры наблюдается во всех климатических зонах и регионах республики [Н. С. Орловский, И. С. Зонн, А. Г. Костяной и др. 2019]. Данные длиннорядных станций показывают, что наблюдается хорошо выраженная основная тенденция роста температуры. Годовая норма температуры в среднем повысилась на  $0,94^{\circ}\text{C}$  от 1930-1975 к 1976-2010 гг., то есть за 40 лет [О. А. Подрезов, А. О. Подрезов, 2017].

Результаты исследований иногда зависят от величины временного отрезка. Например, при оценке трендов потепления не с 1970-х, а с 1930-х гг., кривые температуры и их линейные тренды за 1930-2000 гг. по станциям Бишкек, Нарын, Тянь-Шань показали, что лидером потепления становится Нарын,

который в 1972-2005 гг. был явным аутсайдером [О. А. Поморцев, Е. П. Кашкаров, 2008].

Первые систематические исследования климата Прииссыккуля были начаты еще в конце XIX столетия (с открытием метеостанций Каракол в 1881 г. и Балыкчи в 1894 г.; в 1949 г. в Иссык-Кульской котловине действовало 10 метеорологических станций) [Б. Д. Молдобеков, Ш. Э. Усупаев и др., 2016]. Исследования в центральной и западной зонах Прииссыккуля показывают, что наблюдается монотонный рост как среднегодовой температуры воздуха, так и ее летних и зимних значений. За 79 лет (1929-2007 гг.) среднегодовая температура увеличивалась в среднем на  $0,027^{\circ}\text{C}/\text{год}$ . Причем рост зимней температуры ( $0,034^{\circ}\text{C}/\text{год}$ ) внес в это увеличение значительно больший вклад, чем рост температуры летней ( $0,021^{\circ}\text{C}/\text{год}$ ). Оказалось, что за 53 года (1944 – 1996 гг.) в г. Каракол среднегодовая температура увеличивалась в среднем на  $0,023^{\circ}\text{C}/\text{год}$  и так же ( $0,023^{\circ}\text{C}/\text{год}$ ) она увеличивалась в г. Балыкчи за 79-летний период (1928 – 2006гг.). Восточная зона котловины, включая и побережье (станции Балбай, Каракол, Кызыл-Суу), более прохладна, имея средние годовые температуры около  $5(6)^{\circ}\text{C}$ , января от  $-5$  до  $-8,4$ , июля  $16,3-17,4^{\circ}\text{C}$ , то есть зимнее полугодие здесь примерно на  $5^{\circ}\text{C}$  холоднее, причем ядро холода находится в районе Тюпа (МС Балбай) [О. А. Подрезов, А. О. Подрезов, 2017].

Анализ изменений климатических параметров температуры воздуха по метеостанции Каракол за весь период наблюдений (122 года) показал, что средняя годовая температура возросла на  $1,5^{\circ}\text{C}$ , за период 1972-2010 гг. увеличение температуры составило  $1,1^{\circ}\text{C}$ . При этом возросли средние месячные максимальная и минимальная температуры [Д. М. Маматканов, Л. В. Бажанова, В. А. Кузьмиченок и др., 2014]. Средняя скорость изменения годовой температуры на приозерной равнине Иссык-Куля с 1972 по 2005 гг. составляет  $0,025^{\circ}\text{C}/\text{год}$ . При сохранении темпов потепления это даст  $2,5^{\circ}\text{C}$  за столетие [О. А. Поморцев, Е. П. Кашкаров, 2008].

Мониторинг современных изменений климата, который проводится в Тянь-Шанском высокогорном научном центре Института водных проблем и

гидроэнергетики Национальной Академии Наук Кыргызской Республики позволяет изучать такие изменения на различных высотах и составлять климатические модели в Центрально-Азиатском регионе. Так, по данным этой станции, в периоды 1956-1969 гг. и 2013-2018 гг. температура воздуха сохраняла тенденцию к повышению [Р. А. Сатылканов, В. И. Шатравин, К. Б. Осмонбаева и др., 2022].

Исследования по данным для всех станций в полях различных температур дают убедительную картину сложной и своеобразной структуры потепления на каждой из них, несомненно, обусловленную местными климатообразующими факторами. Поэтому знание характеристик потепления местных климатов имеет первостепенную практическую важность, они обязательно должны использоваться совместно с глобальными характеристиками потепления [О. А. Подрезов, А. О. Подрезов, 2017].

Анализ изменения атмосферных осадков по времени в Кыргызстане показал, что их годовые суммы подвержены колебаниям, и редко их ежегодные значения равнялись средним многолетним значениям (норме), в основном они были выше или ниже нормы [С. К. Аламанов, В. М. Лелевкин, О. А. Подрезов и др., 2006]. В некоторых областях Кыргызстана осадки значительно уменьшатся, что при одновременном потеплении сильно усилит аридность этих областей [О. А. Подрезов, А. Н. Диких, К. Б. Бакиров, 2001].

Изменение климата повлияло на продовольственную безопасность из-за потепления, изменения режимов осадков и увеличения повторяемости ряда экстремальных явлений. Имеются убедительные доказательства того, что сельскохозяйственные вредители и болезни уже отреагировали на изменение климата, что привело как к увеличению, так и к уменьшению инвазий [МГЭИК, 2019]. Изменения климата неизбежно вызывают изменение границ ландшафтных зон высокогорных районов. Растительные сообщества и отдельные виды растений чутко реагируют на меж- и внутривековые колебания климата. Например, изменения климата и благоприятные ценобиотические условия могут обусловить продвижение елового фитоценоза в сторону ледниковой зоны [Б. У. Абылмейизова,

О. И. Элеманов, 2011]. Благодаря росту концентрации CO<sub>2</sub> до определенного предела будет активнее расти биомасса. Затем удобряющий эффект CO<sub>2</sub> примет форму «плато», а негативное влияние жары, засух и т. п. будет резко снижать урожаи и рост лесных культур [А. О. Кокорин, С. Н. Кураев, М. А. Юлкин, 2009].

Проблема изменения климата - это не просто глобальный тренд, а насущная проблема для Кыргызстана. Кыргызстан как аграрная страна особенно уязвима к воздействию изменения климата в таких важных секторах, как сельское хозяйство, энергетика, водные ресурсы, чрезвычайные ситуации. Проливные дожди, наводнения, сели и оползни, экстремальная жара и засухи – все эти негативные последствия меняющегося климата уже ставят под угрозу продовольственную безопасность страны и увеличивают риски для здоровья и жизни людей [А. В. Кириленко, В. А. Коротенко, Л. Ю. Марченко, 2021]. Разбалансированность климатической системы проявляется в росте числа и силы всех опасных гидрометеорологических явлений: наводнений и засух, волн жары и резких заморозков, шквальных ветров, сильных снегопадов [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008].

По всей Азии прогнозы показывают увеличение экстремальных погодных явлений – засухи, тепловых волн, сильных ветров и обильных осадков [К. Кервен, Б. Штайман, Л. Эшли и др., 2011]. Это, так называемые, неблагоприятные краткосрочные явления – внеурочные периоды аномально теплой и холодной погоды и заморозков, сильных ветров и снегопадов [А. О. Кокорин, С. Н. Кураев, М. А. Юлкин, 2009]. Горные районы Кыргызской Республики особенно уязвимы к изменению климата, где таяние ледников и вечной мерзлоты приводят к нарушению водных режимов и ставят под угрозу экосистемы, где стихийные бедствия становятся все более распространенными и разрушительными, что сказывается на качестве жизни населения. В засушливые и маловодные годы усилится конкуренция за пастбища и местные водные ресурсы, что может привести к напряженности [Изменение климата и безопасность в Центральной Азии, 2017].

Несмотря на то, что глобальное потепление может приносить некоторые местные преимущества, такие как уменьшение числа случаев смерти в местах с умеренным климатом и рост производства пищевых продуктов в определенных районах, общие последствия изменения климата для здоровья, по всей видимости, будут в подавляющем большинстве случаев негативными. Изменение климата воздействует на то, что является самым необходимым для здоровья, – чистый воздух, безопасную питьевую воду, пищевые продукты в достаточном количестве и надежный кров [К. Б. Осмонбаева, 2010]. Увеличение плотности населения Земли, прогрессирующая урбанизация территорий, и, возможно, глобальное изменение климата в последние несколько десятилетий увеличило количество катастроф природного и техногенного характера, увеличивая масштабы ущерба от них [Л. В. Бондаренко, О. В. Маслова, А. В. Белкина и др., 2018].

Если в прошлом веке человечество опиралось на другие факторы, влияющие на здоровье людей, сейчас на первый план выходят экологические факторы. Экологические детерминанты здоровья играют не менее важную роль в укреплении, поддержании и восстановлении здоровья, чем биологические, социальные и поведенческие факторы [Health, 2020]. По прогнозам, наблюдаемое изменение климата повлечет более интенсивные и частые проявления некоторых типов экстремальных погодных явлений в Европейском регионе, что в свою очередь может привести к ряду неблагоприятных последствий для здоровья населения [В. П. Кузнецова, И. А. Погоньшева, 2017].

Изменение климата на самом деле включает в себя то, что называется климатической системой, сложной системой, состоящей из атмосферы, гидросферы (океаны, моря, реки, пресноводные озера, подземные воды и т. д.), криосферы (морской лед, снежный покров, ледники и ледяные щиты, мерзлый грунт и т.д.), поверхности суши и биосферы (все живые организмы) [М. Ю. Передельская, Н. М. Ненашева, Ю. Е. Кижаяев, 2022].

Климат является важнейшим глобальным ресурсом обеспечения жизни на Земле. Ее состояние обуславливает саму возможность существования биосферы

и человека. В частности, функционирование климатической системы формирует определенные климатические условия и климат. Это включает: обеспечение температурного режима (глобального, регионального и локального); обеспечение водно-влажностного режима, включая режим выпадения осадков, интенсивность стока рек, влажность воздуха и т. п.; поддержание устойчивости экосистем и, в частности, биоразнообразия; поддержание уровня Мирового океана; обеспечение устойчивых условий ведения лесного и сельского хозяйства; поддержание природно-ландшафтных систем и т. д. [И. Г. Грицевич, А. О. Кокорин, И. И. Подгорный, 2007].

Климат определяет природные условия, в которых мы привыкли выживать, и сбой привычного режима, как показали последние десятилетия, приводит к колоссальным экономическим последствиям и человеческим жертвам. На себе этот сбой ощутил весь мир, и наша страна не стала исключением. Так называемая «климатическая несправедливость» скажется тем, что ресурсное неравенство будет усиливать уровень социального неравенства, увеличивая разрыв между богатыми и бедными, разный социальный статус мужчины и женщины, уязвимые слои населения (детей, пожилых, людей с ограниченными возможностями). Отмечается, что при этом политика и стратегии в области адаптации к климату должны осуществляться на равноправной основе и обеспечивать благосостояние неблагополучных слоев населения [Ху, 2023]. И здесь необходим доступ к медицинской помощи и лекарствам [Maibach et al., 2010; Федорович и др., 2019].

Нельзя забывать еще о том, что население страны растет, но его «качество» - узловая категория народонаселения, не улучшается. А это - здоровье, образовательный уровень, квалификационный и профессиональный уровень. Здоровье населения, как известно, включает затраты на здравоохранение, доступ к медицинскому обслуживанию (скажем, количество врачей, количество больничных коек), продолжительность жизни. В результате оценки влияния изменения климата на здоровье населения установлено явное наличие зависимости уровня заболеваемости от климато-метеорологических факторов.

Здесь наиболее выраженный негативный эффект влияния изменения климата на человека и окружающую природу оказывают периодически повторяющиеся температурные волны жары и холода.

В последнее время глобальные угрозы - изменения климата, пандемия Covid-19, заставляют человечество чувствовать себя уязвимым в отношении своего здоровья, профессиональных привычек и образа жизни, и даже в отношении своей свободы. Уже к концу 2020 года Covid-19 убил более 1,4 миллиона человек и изменил работу, образ жизни и общение людей [Б. Гейтс, 2021]. Предполагают, что изменение климата приведет к гораздо большим разрушениям и унесет гораздо больше жизней, чем определенный вирус. Тем более, что пандемия и изменение климата - это не совпадения, а вытекающие из одного обстоятельства другое. Covid-19 и изменение климата связаны между собой.

Всемирная организация здравоохранения ожидает, что изменяющаяся среда ускорит распространение других инфекционных заболеваний. Таким образом, по мере того, как на планете повышается температура, вероятность возникновения другой пандемии, подобной Covid-19, становится гораздо более вероятной. Изменение климата повлечет за собой появление множества заболеваний, эпидемий и пандемий. Оно продолжится в ближайшие сто лет. И на сколько градусов потеплеет климат, зависит от усилий человечества по сокращению выбросов парниковых газов [К. Б. Осмонбаева, А. А. Токтомбаева, 2023]. Причем здесь необходимы усилия всего человечества. Билл Гейтс (2021) по этому поводу отмечает, что пока развитые страны будут снижать только свою эмиссию..., человечество никогда не дойдет до нуля. Иными словами, температура в Техасе будет расти, пока будет расти эмиссия парниковых газов в Индии [Б. Гейтс, 2021].

После ратификации Кыргызстаном Парижского соглашения об изменении климата в 2019 году чрезвычайно важной и необходимой задачей для Правительства Кыргызстана являются снижение выбросов парниковых газов для удержания роста средней температуры в пределах 2°C и принятие мер по

адаптации к изменению климата. Сегодня перед страной стоит задача - разработать Национальную адаптационную программу страны. Эта программа должна содержать системные меры по обучению и укреплению потенциала молодых кадров всех направлений и повышению осведомленности на всех уровнях общества. А для этого необходимо внедрять в образовательный процесс на всех уровнях курсы по изменению климата и мерах адаптации к ней [А. В. Кириленко, В. А. Коротенко, Л. Ю. Марченко, 2021].

Со стороны государственных органов необходимо всестороннее поощрение просвещения и информирования общественности в отношении экологических и социально-экономических последствий выбросов парниковых газов и климатических изменений и сотрудничества в этой области. Кроме того, следует проводить работу по повышению кадрового потенциала по вопросам изменения климата самих работников госорганов. У сотрудников отсутствует понимание проблемы изменения климата, его последствий, а также четкое представление о функциях собственной деятельности, связанных с изменением климата и адаптации к нему. Ряд сфер (сельское хозяйство, здравоохранение, образование) не имеют ни кадров, ни приоритетов по обучению вопросам изменения климата, при этом именно эти сферы могут оказать мультипликационный эффект в вопросах адаптации к изменению климата. Например, в Кыргызстане практически не проводятся исследования влияния изменения климата на структуру и динамику заболеваний, особенно с точки зрения гендерной составляющей, что затрудняет возможность принимать адекватные превентивные меры по адаптации населения и системы здравоохранения к климатическим изменениям [А. В. Кириленко, В. А. Коротенко, Л. Ю. Марченко, 2021]. На местном уровне сообщества, фермеры, пастбищепользователи, водопользователи, не имеют доступной информации и знаний по вопросам адаптации к изменению климата.

Низкоуглеродное, «зелёное» и устойчивое к изменению климата развитие экономики представляется оптимальным вектором для устойчивого развития Кыргызской Республики в долгосрочной перспективе. На национальном уровне



вопросы обучения, образования и информирования по вопросам устойчивого развития и изменения климата отражены в Концепции «Кыргызстан – страна зеленой экономики» и Программе развития «зеленой» экономики в Кыргызской Республике на 2019 - 2023 годы. Но, прежде чем реализовывать эти концепции, необходимо информировать, обучать все слои населения и все структуры системы образования (детские сады, школы, организации начального и среднего профессионального образования, вузы) тем конвенциям и законам, которые должны работать в Кыргызской Республике. Это - Конвенция о биологическом разнообразии, Конвенция по борьбе с опустыниванием, Рамочная конвенция об изменении климата, Орхусская конвенция о доступе к информации. Это кодексы и законы: Водный кодекс КР №8 (2005г.), Земельный кодекс КР №45 (1999г.), Лесной кодекс КР №66 (1999г.), Закон КР № 53 «Об охране окружающей среды» (1999г.), Закон КР № 51 «Об охране атмосферного воздуха» (1999г.), Закон КР № 60 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (2001г.), Закон КР № 58 «О радиационной безопасности населения» (1999г.), Закон КР № 53 «Об охране и использовании растительного мира» (2001г.), Закон КР № 88 «Об энергосбережении» (1998г.), Закон КР № 283 «О возобновляемых источниках энергии» (2008г.), Закон КР № 206 «Об охране озонового слоя» (2006 г.), Закон КР № 12 «О химизации и защите растений» (1999г.), Закон КР № 71 «О государственном регулировании и политике в области эмиссии и поглощения парниковых газов» (2007г.), Закон КР № 11 «О присоединении Кыргызской Республики к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата» (2000г.), Закон КР № 9 «О ратификации Киотского Протокола к Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» (2003г.) и т. д. [Сборник НПА КР в области ООС, 2016]. То есть огромное количество законодательных документов, о существовании которых не имеют представления в образовательной среде и в государственных органах.

Естественно, что население на местах тоже не имеет сведений о том, что все природные среды защищены законом, но фактически идут к деградации без участия антропогенного фактора. Учитывая переход к новым принципам

организации экономики («зеленая» экономика), должно быть изменено содержание образования на всех уровнях с учетом принципов устойчивого развития и изменения климата [А. В. Кириленко, В. А. Коротенко, Л. Ю. Марченко, 2021].

## 1.2. Воздействие изменения климата на аэриобиочастицы

*Палинология* – наука, объединяющая множество научных направлений. Происходит от греческого «palunw» (palyno) – «разбрасывать», «разбрызгивать» и от греческого же «logoz» (logos) – «слово», «учение». Впервые опубликовали термин «палинология» Х. А. Хайд (H. A. Hyde) и Д. А. Вильямс (D. A. Williams) в 1944г. *Экологическая палинология* - наука молодая и развивающаяся как самостоятельное звено в цепи экологического мониторинга состояния окружающей среды в настоящем и в далеком прошлом нашей планеты (пыльца и споры растений очень быстро реагируют на загрязнение окружающей среды). Надо отметить, что пыльца растений и спор грибов – это часть так называемого аэропланктона. *Аэропланктон* - парящие в воздухе мелкие организмы: бактерии, некоторые водоросли, их споры, цисты инфузорий, споры грибов, пыльца высших растений и др. Все это передвигается в пространстве при помощи токов воздуха.

Биологию аэропланктона изучает *аэриобиология*. Аэриобиология в настоящее время очень важное научное направление в связи с изменением климата. Современная теория биологического разнообразия также строится на том, что меняется биологическая среда вокруг нас и это может повлиять на течение аллергических, аутоиммунных и воспалительных заболеваний [М. Ю. Передельская, Н. М. Ненашева, Ю. Е. Кижаяев, 2022]. Эпидемиологические исследования свидетельствуют, что от 10 до 30 % жителей стран с высокоразвитой экономикой страдают аллергией. При этом, аллергические заболевания связаны с воздействием как химических, так и биологических составляющих атмосферных аэрозолей [С. В. Федорович и др., 2019].

Аэриобиологические исследования в странах Центральной Азии проводились в Кыргызстане (Кобзарь В. Н., Комаров Г. А., Харитоновна Э. П.,

1985-1996; Кобзарь В. Н., Осмонбаева К. Б., 1997-2006); Казахстане (Беклемишев Н. Д., Ермекова Р. К., Мошкевич В. С., 1985; Ермекова Р. К., Байтенов М. С., 1988; Прохорова С. В., 1988; Макенбаева Ш. К., Логвиненко Г. Я., 1989; Макенбаева Ш. К., 1992; Абдрасил Г. С., 1991-2004); Таджикистане (Аскарова Р. М., 1988), Туркменистане (Куприянов С. Н. и др., 1980-1992); Узбекистане (Сагдиев М. Т., 1980). Исследования микромицетов в основном были направлены на изучение фитопаразитов культурных растений: в Киргизии (Домашова А. А., 1960; Калымбетов Б., 1963; Малютина Р. М., 1964; Савоста В. С., 1964; Ахмеров Р. А., 1972; Борисенко А. Н., 1970; Мосолова С. Н., 1985).

Многие исследования медико-биологического направления в разных странах в последнее время посвящены проблемам влияния изменения климата на живые организмы, и среди этих работ важны данные по адаптационным возможностям микроскопических биологических частиц воздуха, где особое место занимают пыльца растений и споры грибов. Как становится известно из этих исследований, способность выживать и размножаться, генетическая и морфологическая изменчивости этих организмов поистине уникальны и в то же время могут нести негативные последствия для человечества. Это может быть связано не только с антропогенной деятельностью, но и воздействием природных факторов (интенсивная вулканическая деятельность, низкие или чрезмерно высокие температуры, недостаточная влажность). При некоторых обстоятельствах вышеназванные организмы могут эволюционировать в направлении, не совсем благоприятном для человека. Например, совершенно точно доказано, что ржавчинные и несовершенные грибы обуславливают респираторные заболевания. Тем не менее, значимость многих грибов для аллергии остается трудной для оценки и требует специальных исследований [Ц. В. Ингольд, 1957].

Считается, что воздействующие на экосистемы изменения климата и их последствия многообразны. Они включают изменение температуры и осадков, режима увлажнения почвы и частоты лесных пожаров, таяние вечной мерзлоты и ледников, другие процессы и явления. Помимо изменений климата многие

экосистемы подвергаются воздействиям иного характера, например, загрязнению природной среды и другим нагрузкам хозяйственного использования, таким как трансформация или уничтожение местообитаний, чрезмерная эксплуатация, биотические инвазии и преднамеренная (непреднамеренная) интродукция чужеродных видов, антропогенное распространение патогенных организмов. Один фактор, оказывающий доминирующее воздействие на экосистемы в определенный период, со временем может быть замещен другим. В этих условиях выделить климатический сигнал довольно сложно [Г. Э. Инсаров, 2012].

Наблюдения за изменениями ареалов живых организмов, анализ годовых колец деревьев и химического состава тканей растительных организмов говорит о том, что изменение климата имеет определенную степень воздействия на живые организмы. Японские метеорологи, например, наряду с изучением древесных колец, придавали важное значение применению очень хорошей системы хронологии, позволяющей использовать весьма продолжительные и систематические наблюдения таких явлений природы, как зацветание вишни [Х. Аракава, 1975]. Растения воспринимают воздействия климата еще сильнее, непосредственнее и дифференцированнее, чем минеральные объекты, поэтому зависимость растительности от климата больше, чем у почвы [В. А. Сеницын, 1980].

При данных условиях аллергенные аэриобиологические частицы будут меняться в количественном и качественном отношении в зависимости от состояния климата и окружающей среды. Наблюдения показывают, что региональные изменения климата, особенно повышение температуры, уже повлияли на разнообразные физические и биологические системы во многих частях мира. Структура аллергенов также меняется в ответ на изменение климата [G. D'Amato, K. Bergmann, L. Cecchi et al., 2014a]. То есть, происходит существенное изменение климата и, как следствие, изменение аэропалинологической обстановки [С. В. Федорович, Т. Д. Гриценко, С. М. Соколов и др., 2019]. Концентрация CO<sub>2</sub> и потепление климата могут увеличить

сезонную интенсивность пыльцевой нагрузки (концентрацию производимой аллергенной пыльцы), более ранний старт пыления аллергенных растений [М. Calleja, I. Farrera, 2003; J. Emberlin, M. Smith, R. Close et al., 2007; М. Ю. Передельская, Н. М. Ненашева, Ю. Е. Кижаяев, 2022].

Масштабное исследование, проведённое учёными Франции и Чили, показало, что многие виды деревьев, кустарников и трав за последние годы подняли границы своего распространения выше в горы. Ранее биологи выдвигали предположение, что с увеличением температуры окружающего воздуха некоторые растения начинают сдвигать ареалы ближе к полюсам. Оказалось, что две трети видов растений в поисках более благоприятных условий жизни перебирались вверх, в среднем, на три метра [[http://neboley.com.ua/ru/priroda\\_i\\_ekologia/2008/08/07/20769](http://neboley.com.ua/ru/priroda_i_ekologia/2008/08/07/20769)]. Например, высота верхней границы елового леса в бассейне р. Чон-Кызыл-Суу в 1955 г. проходила на высоте 3083 м НУМ, а в 2009 г. она встречалась на высоте на 209 м выше. Оказалось, что холодоустойчивая и влаголюбивая ель Шренка (*Picea Schrenkiana*) может произрастать в более суровых условиях, чем предполагалось ранее [Б. У. Абылмейизова, О. И. Элеманов, 2011]. Проблема ещё и в том, что чем выше забираются растения, тем сильнее «давит» на них дальнейшее повышение температуры. Ведь на большой высоте даже незначительное изменение на 0,1°C влечёт за собой большие последствия.

И здесь должно работать такое направление как биоклиматическое моделирование, которое рассматривает будущие последствия изменений климата. Сначала исследуются зависимости пространственного распределения растительного покрова от комплекса климатических параметров, затем выбирается сценарий будущего изменения климата и по найденным зависимостям прогнозируются сдвиги и переходы типов растительности [Д. Заболотников, 2011].

Если повышение температуры продолжится, то некоторые виды растений со временем будут вытеснены из своих зон произрастания и исчезнут. В их числе окажутся и те виды, которые не успеют адаптироваться к изменению климатических факторов (например, не смогут распространить свои семена

достаточно высоко). Потепление климата, связываемое с выбросами в атмосферу значительных количеств углекислого и других газов, должно сказаться на сроках важных сезонных событий в жизни растений, таких, например, как начало цветения. Углекислый газ - один из четырех основных ресурсов, необходимых растениям для успешного фотосинтеза. По мере роста концентрации CO<sub>2</sub> повышается и рост видов растений и их пыльцы [L. H. Ziska, 2008].

Сообщается, что средиземноморский регион, Южная Европа, столкнутся с усилением засушливых условий в результате изменения климата. В Стамбуле эта тенденция проявилась в переходе от влажного субгумидного к сухому субгумидному климату в течение последних двадцати лет. Результатом этого могут быть пространственные и временные сдвиги источников аллергенной пыльцы. Поэтому сведения о фенологии и интенсивности цветения ветроопыляемых таксонов региона дают важную информацию об изменениях окружающей среды во времени [F. Zemmer, A. Dahl, C. Galan, 2022].

Из всех факторов среды наибольшее влияние на фенологические явления оказывает климат. Действие солнечного света на растение проявляется при определенной температуре [Ф. Шнелле, 1961]. От периода цветения зависят многие процессы в жизни растений (образование плодов, рассеивание семян и т. п.) и животных, особенно тех, для которых пыльца и нектар являются источниками пищи. Начало цветения зависит от средней температуры в предшествующий месяц, особенно для видов, цветущих весной: при увеличении температуры на 1°C оно начиналось в среднем на 4 дня раньше. Однолетние виды и виды, опыляемые насекомыми, более склонны к раннему цветению, чем многолетние или опыляемые ветром представители тех же родов.

Пыльца растений, которые из-за повышения среднегодовой температуры на планете теперь начинают цвести раньше, вызывает, как известно, аллергическое заболевание – поллиноз. С глобальным потеплением ученые связывают и тот факт, что поллинозом страдает все больше людей. Концентрация пыльцы аллергенных видов может увеличиться, изменятся сроки и продолжительность сезона пыления. Под действием антропогенных

воздействий пыльца может меняться с течением времени. Многие авторы, как правило, единодушны в том, что некоторые таксоны растений могут уменьшиться или вообще исчезнуть, некоторые мигрировать, могут измениться ареалы произрастания (появление ботанических таксонов в новых географических зонах, отличных от их естественного ареала произрастания), производство, распределение, аллергенность пыльцы, увеличится рудеральная (сорная) растительность [P. J. Beggs, 2004; W. Thuiller, 2007; R. Ariano, G. W. Canonica, G. Passalacqua et al., 2010; L. H. Ziska, P. J. Beggs, 2012; Bonofiglio et al., 2013].

В этой связи, необходимо отметить, что в искусственных сообществах не сбалансированы биоценотические связи. Поэтому сорняки занимают в них имеющиеся экологические ниши. И с точки зрения биологов, сорные растения - это неизбежное зло и от которых невозможно избавиться. Это синантропная флора, то есть все растения, произрастающие в нарушенных человеком местообитаниях (около жилья, у дорог, на полях). В принципе почти все аллергенные травы являются сорными растениями. Все свободные экологические ниши заняты представителями семейств злаковых, астровых, маревых, амарантовых. Они сильно засоряют газоны, пустоши, парки. Полыни, лебеда, марь, конопля, крапива характеризуются большой амплитудой экологической приспособляемости. Их число во флоре населенных пунктов имеет тенденцию к увеличению, что в свою очередь приводит к повышению концентрации их пыльцы в воздухе. Одним из условий распространения пыльцы полыней, маревых, лебеды в воздухе является сухой климат и открытая местность [Гурина, 1994]. Некоторые сорняки могут распространяться в районы, расположенные в более высоких широтах [Гинзбург, Кокорин, Анисимов и др., 2008].

Отрицательное действие сорняков проявляется не только в избирательном действии на культурные растения, но и на здоровье человека [Адо, Астафьева, 1991]. Большинство злаковых растений – ветроопыляемые, с высокой пыльцевой

продуктивностью и длительными сроками цветения, что обеспечивает им доминантное положение в летне-осенней пыльцевой волне.

Маревые и полыни в отдельные сезоны наблюдения формируют самостоятельную пыльцевую волну. Эти растения являются характерными компонентами синантропных флористических комплексов, что предполагает их дальнейшее распространение в растительном покрове [Гурина, 1994].

Проще говоря, изменение климата может увеличить продолжительность сезонов аэроаллергенов, а также количество пыльцы, ареал и аллергенность [M. De Sario et al., 2013]. Распространенность аллергических заболеваний, вероятно, будет следовать за распределением концентрации пыльцы трав. Например, исследования, проведенные в *Мельбурне*, в *Австралии*, обнаружило связь между высокими уровнями пыльцы трав в воздухе и риском появления астмы у больных в одно и то же время в отделении неотложной помощи [B. Erbas, M. Akram, S. C. Dharmage et al., 2012].

Вопрос поведения аэроаллергенов в условиях изменения климата в последние годы оказывается в фокусе исследовательского внимания во многих странах. Видимо, это усиление внимания связано с тем, что фенология растений, время наступления событий жизненного цикла растительности (распускание почек, цветение), в целом очень чувствительно к температуре [A. Menzel et al., 2006]. Отмечено, что за последние десятилетия в ответ на наблюдаемое изменение климата переместились географические ареалы многих видов растений и животных, изменилась их численность и сезонная активность (примерами чего могут служить миграция птиц или производство пыльцы) [W. Thuiller, 2007]. Такое перемещение может привести к повышению частоты случаев поллиноза и трансмиссивных заболеваний в Европейском регионе [WHO Regional Office for Europe, 2013b].

Специалисты Европейского регионального бюро Всемирной организации здравоохранения акцентируют внимание на конкретные угрозы здоровью, связанные с изменением климата [U. Confalonieri et al., 2007]. Из-за повышения температуры воздуха, происходит разбалансировка всех геосистем на планете,



которая проявляется в росте числа и силы всех опасных гидрометеорологических явлений: наводнений и засух, волн жары и резких заморозков, шквальных ветров, сильных снегопадов и т. п.

Растет не только количество людей, страдающих от пыльцевой аллергии, но и продолжительность периодов сезонной аллергии. Утверждается, что климатические изменения увеличивают продолжительность пыльцевых сезонов, увеличивают производство пыльцы, изменяют таксоны пыльцы, наблюдаемых в конкретном месте, и увеличивают аллергенность пыльцы [P. J. Beggs, H. J. Bambrick, 2005; E. Levetin, P. Van de Water, 2008]. Так же Американская академия аллергической астмы и иммунологии (AAAAI) сообщает, что изменение климата привело к увеличению интенсивности пыльцевого сезона, и его продолжительности [The American Academy of Allergy, Asthma and Immunology, 2020]. Обнаружено, что количество мужских соцветий и аллергенность пыльцы являются признаками, реагирующими на температуру, причем аллергенность пыльцы увеличивается с повышением температуры [R. Gentili, R. Asero, S. Caronni, 2019].

У аллергенных биологических частиц воздуха - пыльцы растений и спор грибов, начало, продолжительность пыления, окончание пыления зависит от метеорологических условий. Под влиянием изменений погодных условий у растений меняется интенсивность процесса пыления, что сказывается и на прогнозировании вспышек поллиноза [Г. И. Ненашева, К. Н. Репина, 2009].

В *европейских странах* и *США* помимо изучения всех аспектов аллергенной пыльцы, производства, атмосферного распределения и воздействия на здоровье, а также средств мониторинга и прогнозирования этих явлений, ученые исследуют воздействие изменения климата на пыльцу. В частности, основанные на четырехлетней работе, новые разработки группы ведущих европейских ученых по исследованиям аллергенной пыльцы, а также перспектив моделирования последствий изменения климата [M. Sofiev, K.- S. Bergmann, 2013]. В *Аргентине* же, например, при изучении пыльцы растений выявили неудовлетворенные потребности в информации о влиянии изменения климата и

загрязнения окружающей среды на концентрацию пыльцы [Ramon, Vanegasc, Felix et al., 2020].

По данным Европейского центра профилактики и контроля заболеваний, из-за изменения климатических условий на территории *Европы* наблюдается увеличение продолжительности сезона цветения (за последние 30 лет в среднем на 10 - 11 дней), что приводит к росту содержания в воздухе пыльцы, вызывающей астму и другие аллергические болезни [G. D'Amato, L. Cecchi, S. Bonini et al., 2007; ECDC, 2012].

Повышенная температура зимой и весной привела к раннему пылению, а повышение температуры летом привело к продлению пыльцевого сезона травянистых аллергенных растений. При этом средняя температура увеличилась примерно на 0,6°C и снизилось количество осадков на 15%. К таким выводам пришли в *Италии*, где за 20 лет (1981-2000 гг.) изучали реакцию аллергенных растений на изменения климата [Italia: Edizioni Ambiente, 2001]. В *Базеле (Швейцарии)*, данные за 38 лет показали увеличение температуры воздуха. При этом произошел сдвиг начала цветения березы на 15 дней раньше, наблюдается тенденция к более высокому содержанию годового количества пыльцы березы и увеличению среднесуточной концентрации пыльцы [T. Frei, E. Gassner, 2008].

Garcia-Mozo и др. изучили 30-летние (1982-2011 гг.) данные по пыльце оливковых деревьев в *Испании* и обнаружили тенденции к более раннему началу пыльцевого сезона и пиковой дате, а также более позднему окончанию пыльцевого сезона [H. Garcia-Mozo, L. Yaezel, J. A. Oteros, et al., 2013]. Результаты показывают, что при сценарии удвоения CO<sub>2</sub> в конце XXI века сезон опыления *Quercus* может начаться в среднем на месяц раньше, а концентрация пыльцы в воздухе увеличится на 50% по сравнению с текущими уровнями, причем более высокие значения будут наблюдаться во внутренних районах Средиземноморья [H. Garcia-Mozo, C. Galan, V. Jato et al., 2006].

В связи с переменой ареалов некоторых растений воздушные потоки начинают переносить пыль, содержащую в частности пыльцу и споры растений, в новые регионы, тем самым провоцируя аллергию среди населения,

клинические проявления которой также зависят и от погодных условий [С. В. Федорович и др., 2019]. При анализе данных о продолжительности и интенсивности пыльцевого сезона в 17 местах на нескольких континентах Северного полушария было обнаружено увеличение годовой нагрузки пылью для 12 из этих мест, а также значительное увеличение продолжительности пыльцевого сезона для 11 из 17 мест [L. H. Ziska, L. Makra, S. K. Harry et al., 2019].

Исследования в *Северной Америке*, при котором использовали совокупность климатических моделей для проверки роли изменения климата, показали, что оно является доминирующим фактором изменения продолжительности пыльцевого сезона и значительным фактором увеличения концентрации пыли. Anderegg и др. проводили исследования над тем, какую роль в учащении аллергии может играть глобальное потепление, благодаря которому сезон цветения растений стал более продолжительным в последние годы. Руководствуясь этой идеей, ученые собрали и изучили данные по тому, как менялась концентрация пыли в воздухе 60 регионов *США* и *Канады* во время весенних сезонов 1990-2018 гг. [W. Anderegg, J. T. Abatzoglou, D. L. Anderegg et al., 2021].

В странах *Юго-Восточной Азии* исследована корреляция между содержанием пыли в атмосфере и температурой (максимальной и средней) воздуха. Например, в *Маниле (Филиппины)* концентрация пыли достигает максимума (55%) в период с марта по май, и только 13% концентрации пыли в воздухе наблюдается во время сезона дождей (июнь-октябрь) [M. Sabit, J. D. Ramos, G. J. Alejandro et al., 2016].

Согласно статистике, сейчас в мире от одной из форм аллергии страдает от 20% до 40% населения [D'Amato et al., 2007]. Было прогнозировано, что к 2020 году две трети населения мира будут жить в городских районах, и ожидается повышенный риск респираторной аллергии, вызванной аэроаллергенами [G. D'Amato, C. Vitale, A. De Martino et al., 2015a]. По прогнозам ВОЗ, к 2050 году большая часть населения планеты будет страдать аллергическими заболеваниями, что составит 50 - 60% [U. Confalonieri, M. L. Parry, O. F. Canziani

et al., 2007]. Сегодня процент населения земного шара, страдающего от поллиноза, варьирует от 0,2% до 39%. Показано, что аэроаллергены ответственны за 63%, а пыльца - за более чем 92% случаев аллергического ринита [S. Kashef, M. A. Kashef, F. Eghtedari et al., 2003; N. Pazouki, M. Sankian, T. Nejadsattari et al., 2008]. Заболеваемость поллинозом во всём мире удваивается каждые 10 лет, чаще болеют лица от 10 до 40 лет [<https://perovo.clinic/spravochnik/allergologiya/pollinoz>].

Эпидемиологические исследования свидетельствуют, что от 10 до 30 % жителей стран с высокоразвитой экономикой страдают аллергией. При этом, аллергические заболевания связаны с воздействием как химических, так и биологических составляющих атмосферных аэрозолей [С. В. Федорович, Т. Д. Гриценко, С. М. Соколов и др., 2019]. По оценке Всемирной организации по аллергии (WAO), в 2016 году в мире распространенность поллиноза составляла 22,1%, в отдельных странах уже до 40% населения составляют аллергики. Наиболее пострадавшими регионами назывались *Океания*, англоговорящие страны *Африки* и *Северная Америка*. Так, в *Дании* и *Канаде* это 30% населения, в *Германии* - 40%. В России у 18 - 20% населения диагностирован поллиноз. В *США* в 2018 году сезонная аллергия была диагностирована у 24 миллионов человек. Это составляет около 8% взрослых (19,2 миллиона человек) и 7% детей (5,2 миллиона человек). В *Украине* основными проявлениями поллиноза являются сезонный аллергический ринит, сезонный конъюнктивит, пыльцевая бронхиальная астма [В. Д. Савицкий, Е. В. Савицкая, 2002; Н. Калинович, А. Стах, М. Чернецкий и др. 2007]. По оценке специалистов Центра медицинской статистики, в 2021г. в медицинских организациях, подведомственных Департаменту здравоохранения города *Москвы*, было зарегистрировано более 24 тыс. случаев поллиноза. Наибольшее число выявленных заболеваний приходится на детей в возрасте 0 -14 лет (64%), а 17 и 19% составили подростки и взрослые соответственно [<https://perovo.clinic/spravochnik/allergologiya/pollinoz>].

Результаты исследований в *Узбекистане* показывают, что в подростковом возрасте увеличивается заболеваемость бронхиальной астмой и аллергическим ринитом. Здесь же показано, что в большинстве случаев заболевание атопическим дерматитом возникает у детей из многодетных семей, с наследственной предрасположенностью к аллергическим заболеваниям и неблагоприятными условиями жизни [I. S. Razikova, R. Razikova, N. P. Aidarova et al., 2020]. Считается, что изменение климата существенно отражается на людях, страдающих хроническими заболеваниями, и значительно ухудшает их здоровье, однако в последнее время появились гипотезы, что климатические проблемы приводят и к увеличению числа впервые заболевших лиц [C. Ray, X. Ming, 2020].

Все эти исследования позволяют глубже понять, что любое увеличение количества пыльцы, связанное с изменением климата, может привести к увеличению бремени аллергических заболеваний. На эти результаты может повлиять не только повышение уровня пыльцы, но и более высокая аллергенность пыльцы, а также взаимодействие повышенного уровня пыльцы с другими респираторными триггерами, в частности, с загрязнением воздуха [E. Levetin, P. Van de Water, 2008; K. M. Shea, R. T. Truckner, R. W. Weber et al., 2008; R. Gentili, R. Asero, S. Caronni et al., 2019].

Изменение климата также связано с увеличением концентрации и распределения загрязнителей воздуха, таких как озон, оксид азота и другие летучие органические химические вещества. Существует все больше свидетельств того, что эти атмосферные загрязнители окружающей среды могут быть частично ответственны за значительный рост аллергических респираторных заболеваний, наблюдаемый в промышленно развитых странах за последние несколько десятилетий [G. D'Amato, L. Cecchi, M. D'Amato et al., 2010]. В дни высоких температур увеличиваются и концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, причем уровень загрязнения тесно связан как с температурой того же дня, так и предыдущих дней [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008]. В дни наиболее высоких температур в

Москве концентрации диоксида азота, озона и мелкодисперсных частиц точно повторяли ход температурной кривой [Б. А. Ревич, Д. А. Шапошников, 2006].

В настоящее время увеличению распространенности аллергии в мире способствуют загрязнение воздуха. Загрязненный воздух может способствовать нарушению барьерных функций слизистых оболочек верхних дыхательных путей и повышать биодоступность переносимых по воздуху пылевых зерен [G. D'Amato, L. Cecchi, M. D'Amato et al., 2010]. Было обнаружено, что вдыхание загрязнителей воздуха, в частности частиц выхлопных газов дизельных двигателей (DEPs), диоксида серы и диоксида азота, вызывает воспаление и повышает проницаемость слизистых оболочек в дыхательных путях, что в конечном итоге позволяет увеличить проницаемость барьера аллергенами. Помимо повышения проницаемости слизистой оболочки, DEPs, в частности, может связываться с пылью, животными и другими аллергенами, непосредственно облегчая их поступление в дыхательный эпителий [V. Patella, G. Florio, D. Magliacane et al., 2018].

Метеорологические факторы, такие как температура, могут влиять на взаимодействие между аллергенами и загрязнением воздуха, вызывая неблагоприятные респираторные эффекты, поскольку повреждение респираторного эпителия, связанное с загрязнением воздуха, увеличивает проницаемость дыхательных путей, стимулируя аллерген-индуцированные реакции, и абсорбция загрязняющих веществ на поверхности пылевых зерен может изменить их аллергенный потенциал. Согласно экспериментальным данным, незагрязненная пыльца встречается редко, чаще отмечаются комбинации пыльцы с пылевыми частицами, химическими и неорганическими веществами, спорами грибов, являющимися компонентами воздушной среды [Г. С. Абдрасил, 2004].

В настоящее время изучение нетипичной пыльцы, используемой в качестве индикатора состояния окружающей среды, является актуальной проблемой для палинологов. Большая часть работ, касающихся рассматриваемой проблемы, была посвящена пыльце растений, произрастающих в экологически

неблагоприятных районах [Н. Р. Мейер-Меликян, Т. А. Кифишина, 1993; О. Ф. Дзюба, 1995; В. Н. Кобзарь, Э. П. Харитоновна, 1996; К. П. Глазунова, 2001]. Очень ценны исследования пыльцевых зерен растений и спор микроскопических грибов в пробах снежного покрова, когда анализ аэробιοгенного профиля проб, собранных на различных территориях, показывает наличие пыльцы и спор и различия в химическом составе проб, свидетельствующих о степени загрязнения атмосферы пунктов мониторинга [Г. С. Абдрасил, 2004].

Биологи употребляют по отношению к пыльцевым зернам с изменениями в морфологическом строении термин «терратоморфные» (уродливые). Морфологическая изменчивость оболочек пыльцевых зерен зависит от воздействия таких антропогенных факторов, как пожары, радиация, повышенная концентрация тяжелых металлов и пестицидов и других вредных веществ [Т. А. Мельникова, 2004]. Было отмечено, что количество терратоморфных пыльцевых зерен значительно увеличивается вблизи крупных промышленных центров. Данные изыскания интересуют исследователей с той точки зрения, что пыльца как носитель генетической информации и обладающая прочной оболочкой - спорополленином, должна была бы обладать устойчивыми видовыми признаками, но результаты, полученные многими исследователями, свидетельствуют об обратном. Занимаясь изучением морфологически измененных пыльцевых зерен, палеопалинологи утверждают, что их появление, по-видимому, может быть результатом загрязнения атмосферы, влияния повышенного ультрафиолетового излучения, изменений климата [С. А. Афонин, 2003].

Известны работы по поводу морфологических изменений пыльцевых зерен, связанных с недостаточной влажностью воздуха. В результате потери воды объем живого пыльцевого зерна неизбежно сокращается, воздушные мешки смыкаются над вминающейся внутрь тела бороздой и закрывают собой наиболее тонкий участок экзины. Это препятствует дальнейшему испарению влаги и предохраняет пыльцевые зерна от полного высыхания [А. Н. Сладков, 1967].

Споры грибов (микроспоров) играют очень важную роль в экосистеме, но при этом могут вызывать аллергию, причем в данном случае, в отличие от пыльцевой аллергии, сезонность у них отсутствует. Люди во всем мире вдыхают гораздо большее количество и разнообразие воздушных спор грибов, чем считалось ранее (одной до 10 аэроспор при каждом вдохе). Крупные споры (более 5,0 мкм) при вдыхании проникают в носоглотку неглубоко и чаще способствуют развитию аллергий. Более мелкие споры (1,5-5,0 мкм) способны достигать лёгочных альвеол и вызывать бронхиальную астму у человека [В. Н. Кобзарь, 2016].

Глобальные климатические изменения в ответ на увеличение концентрации CO<sub>2</sub>, закиси азота и снижение видового разнообразия вызвали увеличение числа видов патогенных грибов. Исследования в *Новосибирске* показали, что на формирование микобиоты оказывают влияние температура и влажность окружающей среды. При сухой, жаркой, безветренной погоде, количество спор микроспоров постепенно увеличивалось (в основном, за счет грибов рода *Cladosporium*) [Г. П. Чекрыга, 2014]. Об этом также свидетельствуют исследования в *Испании*, где самые высокие концентрации спор кладоспориума были зарегистрированы в более теплых городах, с самыми высокими средними максимальными температурами воздуха, самой низкой средней относительной влажностью, самым средним минимальным количеством осадков [M. F. Aira, F. J. Rodriguez-Rajo, M. F. Gonzalez et al., 2012].

Температура воздуха во многих исследованиях оказалась лучшим предиктором для спор грибов. В *Загребе (Греция)* отмечено, что температура может индуцировать присутствие спор *Alternaria*, поскольку кривая их суточных концентраций соответствовала температурной кривой. Более того, внутрисуточные концентрации спор *Alternaria* и *Cladosporium* были наименьшими в утренние часы, и наиболее высокими - между 10:00 и 12:00 [R. Peternel, J. Culig, I. Hrga, 2004].

В *Мехико (Мексика)* род *Cladosporium* преобладает с высокими значениями (>40%), являясь самым многочисленным родом в течение всего года



[C. Calderon, J. Lacey, A. McCartney et al., 1997]. Доминирующими видами спор грибов, наиболее часто встречающихся в образцах воздушного пространства по всему миру являются *Cladosporium*, *Phoma*, *Alternaria* и *Aureobasidium* [C. Calderon, J. Lacey, A. McCartney et al., 1997; B. G. Shelton, K. H. Kirkland, W. D. Flanders et al., 2002; R. Peternel, J. Culig, I. Hrga, 2004; F. J. Rodriguez-Rajo, I. Iglesias, V. Jato, 2005; T. Y. Patel, M. Buttner, D. Rivas et al., 2018]. Более того, отмечается, что значительно более высокая процентная доля спор *Cladosporium* и *Alternaria* отмечается в самые жаркие летние месяцы, в июле-августе [M. Hjelmroos, 1993; N. Sakiyan, Ö. Inceoglu, 2003; R. Peternel, J. Culig, I. Hrga, 2004].

*Alternaria*, *Aureobasidium* и *Phoma* могут быть патогенными для растений и людей. Исследователи отмечают здесь, что глобальное потепление, увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, изменяют вегетационный период различных видов грибов [T. Ceter, 2018]. В частности, необходимо оценить изменения в распределении видов грибов под влиянием климата и то, как это повлияет на физиологию растений и экосистемы [C. Marin, P. Kohout, 2021].

**Изменения в землепользовании**, усиливая парниковый эффект, ускоряют тем самым изменение климата на планете. И здесь спектр аэроаллергенов также связан не только с изменением климата и загрязнением окружающей среды, но и степенью влияния изменения землепользования на количественный и таксономический состав пыльцы растений и спор грибов в воздухе. Обычно изменения в концентрации аэроаллергенов объясняются только изменением климата, а изменения в почвенном покрове не учитываются [H. Garcia-Mozo, J. A. Oteros, C. Galan, 2016].

Это объясняет результаты некоторых исследований. В частности, отмечается, что растительность вокруг города может оказывать решающее влияние на концентрацию пыльцы в атмосфере [M. A. Al-Nesf, D. Gharbi, H. M. Mabayed et al., 2022]. По результатам других исследований концентрация пыльцы *Poaaceae* увеличивается, что в основном связано с расширением сельскохозяйственных территорий и увеличением продолжительности пыльцевого сезона, на который положительно влияют осадки и температура [H.

Garcia-Mozo, J. A. Oteros, C. Galan, 2016]. И наоборот, внушительное снижение количества пыльцы *Chenopodiaceae* и *Artemisia*, возможно, объясняется интенсификацией борьбы с сорняками и уменьшением площади сельскохозяйственных угодий в контексте растущего спроса на биоэнергию [С. Ziello, Т. Н. Sparks, N. Estrella et al., 2012]. Значительное уменьшение концентрации пыльцы рудеральных таксонов, таких как *Amaranthaceae*, *Rumex*, *Plantago* и *Urticaceae*, может быть связано с изменениями в стратегиях городского планирования из-за более высокой строительной нагрузкой [Н. Garcia-Mozo, J. A. Oteros, C. Galan, 2016].

Учитывая изменения роста численности населения планеты, можно предположить, что возникает необходимость соответственного увеличения площадей сельскохозяйственных территорий на Земле. Сельскохозяйственные проблемы усугубятся в результате более частых и сильных засух и экстремально высокой температуры [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008].

Изменения в категории землепользования характеризуются тем, что происходит процесс сокращения или расширения категории землепользования, когда определенная категория землепользования переходит в другую категорию. Площади категории орошаемого землепользования в течение 1990-2000 годов увеличились на 1001,49 км<sup>2</sup> [С. Аламанов, К. Сакиев, С. Ахмедов, 2013]. Переход между разными категориями земель в основном происходил между пахотными землями, пастбищами и сенокосом и другими категориями земель [С. Аламанов, К. Сакиев, С. Ахмедов, 2013]. Видимо, в результате климатических изменений, будут происходить смещения в высотных интервалах распространенных типов ландшафтов.

Сохранение продовольственной независимости можно решить, главным образом, наращиванием урожайности сельхозкультур. В то же время еще к 2001 году по уровню пахотных земель на душу населения страна приблизилась к критической отметке. К 2000 году доля вклада сельского хозяйства в эмиссию диоксида углерода выросла за счет изменения условий землепользования,

распашки новых земель, вырубки лесных насаждений и сжигания биомассы растений. [К. Д. Боконбаев, Е. М. Родина, Ш. А. Ильясов и др., 2003].

Мы обязаны отчетливо представлять себе опасность необратимого влияния деятельности человека, которая приводит к возникновению существенных изменений климатообразующих факторов [Х. Флон, 1966]. Опасность изменения климата не в 1-2°C глобального потепления, а в том, насколько в различных регионах мира погода становится более неустойчивой, насколько чаще появляются экстремальные климатические явления [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008].

При изменении климата усугубятся почти все климатические опасности, равно как и связанное с этим бремя болезней [G. D'Amato, S. T. Holtage, R. Pawankar et al., 2015]. Об этом свидетельствуют исследования в *Австралии*, где изменение климата представляет собой серьезную проблему для здравоохранения *Австралии*, которая характеризуется беспрецедентными лесными пожарами, тепловыми волнами, наводнениями, засухами и распространением инфекционных заболеваний, чувствительных к изменению климата [R. Хи, 2023].

Состояние здоровья населения в XXI веке определяется двумя проблемами - распространение неинфекционных заболеваний (НИЗ) и изменение климата, которые представляют серьезную угрозу здоровью людей и устойчивому развитию [NCD Alliance and Global Climate and Health Alliance, 2016]. Согласно прогнозам, изменение климата станет причиной смерти несколько сотен тысяч людей в год к 2030 году [Всемирная Организация Здравоохранения, 2016]. В исследованиях ученых показана взаимосвязь между снижением количества и качества зеленых насаждений и ухудшением здоровья населения города (наблюдается рост числа болезней органов дыхания, нервной системы и др.) [Селиховкин и др., 2004; Ларионов, Ларионов, 2014]. Поэтому инвестиции в развитие городских парков, зеленых зон и водоемов являются эффективными и выгодными вложениями в охрану здоровья и борьбу с изменением климата. По данным ВОЗ, мероприятия по **озеленению города** – это инвестиции в здоровье, благополучие и качество жизни

населения [Всемирная Организация Здравоохранения, 2017]. Значимым градостроительным показателем является качество городского пространства, которое дает представление о комфортности пространственной структуры города. А при оценке комфортности, озеленение является одним из главных параметров городской среды [Е. В. Сокольская, Б. И. Кочуров, 2021].

Современное изменение климата - это многосторонний процесс, который состоит не только из повышения температуры. По мере изменения регионального климата растения могут переезжать в новые районы, а изменения в атмосферной циркуляции могут переносить пыль, содержащую пыльцу и споры, в новые районы, тем самым знакомя людей с аллергенами, воздействию которых они ранее не подвергались. Изменение климата также влияет на концентрацию переносимых по воздуху загрязнителей, которые сами по себе и в сочетании с аэроаллергенами могут обострить астму или другие респираторные заболевания [Reid, Gamble, 2009].

Разработка и совершенствование модели прогнозирования поведения пыльцы должны иметь решающее значение для предотвращения контакта пациентов с аллергенами пыльцы [Oh, 2022]. Эти результаты могут помочь врачам и медицинским работникам быть готовыми к наплыву амбулаторных пациентов в соответствующие сезоны. Следовательно, результаты экспериментальных исследований пыльцы растений и спор грибов имеют важные последствия для общественного здравоохранения.

*Таким образом, изменение климата* - это большой комплекс, где одним из главных параметров является повышение температуры на Земле. Конечно, любую теорию изменений климата, если она основана на рассмотрении только одного фактора, вряд ли можно считать удовлетворительной. Глобальное изменение климата – это не плавное потепление, а прежде всего разбаланс, то есть сильная раскачка всей климатической системы на фоне относительно медленного роста средней температуры [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008]. Четыре тематических направления последовательно показывают все более жесткое и трагичное воздействие изменения климата на

жизнь людей: энергетическая бедность, влияние изменения климата на здоровье человека, риск развития инфекционных заболеваний, вынужденная миграция [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др., 2008].

По прогнозам экспертов, в ближайшие десятилетия эта проблема будет нарастать, и самыми уязвимыми сферами по отношению к изменению климата будут сельское хозяйство и здравоохранение. Для Кыргызстана при прогнозировании ученые не выделили ни одного положительного сценария [С. К. Аламанов, В. М. Лелевкин, О. А. Подрезов и др., 2006]. В своем отчете за 2018 год МГЭИК, основываясь на оценке тысяч ученых и правительственных экспертов, сделала вывод, что удержание роста глобальной температуры в пределах 1,5°C по сравнению с уровнями доиндустриальной эпохи (то есть с серединой XVIII века) поможет нам не допустить катастрофического изменения климата [Пресс-релиз МГЭИК, 2018]. Пять лет спустя эта проблема стала еще более серьезной из-за продолжающегося увеличения выбросов парниковых газов. Темпы и масштабы того, что было сделано до сих пор, и текущие планы недостаточны для борьбы с изменением климата [Пресс-релиз МГЭИК, 2023].

**Заключение.** Растущий интерес к комплексной проблеме изменения климата, загрязнения окружающей среды и аэроаллергенам отражают запросы интернет пользователей в разных поисковых системах. В последнее время публикуются статьи о влиянии изменения землепользования на концентрацию и видовой состав пыльцы растений и спор грибов. Особенно много результатов исследований и систематических обзоров опубликовано на английском языке. В 80-е годы XX века исследователи с сожалением констатировали, что в республике произошел спад палинологических исследований, прежде всего из-за отсутствия современной лабораторной базы и разобщенности немногочисленных исследователей этого профиля. Хотя мировая практика показывает все возрастающую потребность в расширении этой области знаний, связанной с изучением прошлого, настоящего и прогнозом на будущее [А. Б. Фортуна, 1988].

Современный климат, как и в прошлые эпохи, неоднозначен. Иногда понятие «современный климат» не очень подходит для отдельных случаев, так как период жизни ныне здравствующего поколения приходится на два или даже три периода с разными климатическими условиями. При оценке тех или иных экстремальных природных явлений в прошлом важно иметь климатический (природный) аналог из современного периода, или наоборот. Без таких аналогий, например, исторических хроник, трудно интерпретировать показатели климата и влияния его изменений на живое.

У исследователей разных стран накопилось достаточно сведений о том, что климат и его изменения могут оказать существенное влияние на производство пыльцы, её уровни, продолжительность нахождения в воздухе и количество. Такие факторы, как температура и осадки могут помочь предсказать, каким будет количество пыльцы, вырабатываемой деревьями и травами. Некоторыми исследователями уже на будущее была определена дата начала сезона пыления, его продолжительности и количества пыльцы, которое будет производиться ежегодно. Все показатели говорят о том, что, если повышение температуры продолжится, пыльцы будет становиться всё больше и больше. Результаты этих исследований были проанализированы и подтверждены. Они согласуются с существующими предсказаниями о том, что изменения климата будут оказывать существенное влияние и вносить изменения в некоторые аспекты жизни растений, животных и человека. Изменение климата очень серьезно, а знания о его причинах достоверны. И степень достоверности оценивается как *very likely*, или «более 90%», что в области естественных наук означает самую высокую степень [А. О. Кокорин, С. Н. Кураев, М. А. Юлкин, 2009].

Ведущим звеном биоэкологического мониторинга (или санитарно-гигиенического) окружающей среды являются наблюдения над состоянием окружающей среды с точки зрения ее влияния прежде всего на состояние здоровья человека и всей человеческой популяции. То есть состояние здоровья человека является наиболее комплексным критерием состояния окружающей среды. Для слежения за состоянием здоровья населения, очевидно, должна

использоваться система показателей, отражающих основные типы экологических реакций населения на окружающую среду, а именно аллергенных. В связи с этим и необходимо установление научно обоснованной связи между теми или другими явлениями в окружающей среде и состоянием здоровья населения. Поэтому в главные нормативы биоэкологического мониторинга наряду с токсическими химическими веществами должны быть включены так называемые биологические феномены, т. е. вызывающие заболевания аллергенного характера [И. П. Герасимов, 1985].

Таким образом, общеизвестно, что пыльца аллергенных видов растений будет меняться в количественном и качественном отношении в зависимости от климата и проблем окружающей среды. Поэтому в связи с потребностью в более эффективных средствах для диагностики, лечения поллинозов, разработки вакцин, составления прогнозов, мониторинг воздуха на выявление биочастиц становится необходимым направлением исследования во многих странах. К сожалению, национальные программы мониторинга пыльцы есть только в экономически развитых странах.

## ГЛАВА II. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Район исследования

Климат Кыргызской Республики определяется ее географическим расположением и характеризуется резкой континентальностью, с холодной зимой и жарким летом, строго зависящим от высоты над уровнем моря. В основном, осадки концентрируются осенью, зимой и весной, в то время как лето обычно бывает сухим. Иссык-Кульская котловина (ИКК) занимает замкнутую со всех сторон обширную тектоническую среднегорную впадину Северо-Восточного Тянь-Шаня с одним из красивейших горных озер – Иссык-Кулем, уровень воды которого находится сейчас на отметке около 1607 м. Площадь котловины, включая и площадь поверхности озера, составляет 22080 км<sup>2</sup>, при этом площадь озера равна 6206 км<sup>2</sup> (28% площади котловины), а предгорной равнины – 3092 км<sup>2</sup> (14% площади котловины) [75]. По данным начала XXI века, в центральной части котловины наблюдается умеренно теплая зима – средняя январская температура здесь равна 2-3°C, мороза, и прохладное лето со средней температурой в июле 16-17°C [75]. Климат Иссык-Кульской котловины формируется под мощным отепляющим влиянием незамерзающего глубоководного озера Иссык-Куль, эффект которого проявляется в смягчении и выравнивании температуры в течение года [181].

Город Каракол, где проводились собственно аэриобиологические исследования, расположен в восточной части Иссык-Кульской котловины, на высоте 1716 метров НУМ (среднегорье), у северного подножья хребта Тескей Ала-Тоо. Среднее годовое атмосферное давление - 823,3гПа. Средняя годовая скорость ветра – 1,6 м/с. Средняя годовая относительная влажность воздуха – 64%. Среднее годовое количество осадков – 415-420 мм. Число дней со снежным покровом – 116. Продолжительность солнечного сияния в г. Каракол (высота 1770 м) – 2670 часов (в Иссык-Кульской котловине отмечаются заметные различия в продолжительности солнечного сияния) [236]. Среднее число редких атмосферных явлений достигает: туман – 2, грозы – 36, град – 3. Климат



территории города является континентальным, до недавнего времени отличался мягкостью, сравнительно небольшими колебаниями температуры.



Рисунок 2.1.1 – Карта расположения г. Каракол

Изучение особенностей строения и жизнеспособности пыльцевых зерен для целей размножения древесных пород проведены в долине реки Чон-Кызыл-Суу на северном склоне хребта Тескей Ала-Тоо. Район охватывает типичные ландшафты Тянь-Шаня на расстоянии всего 30 км в диапазоне высот от 1607 м (берег озера Иссык-Куль) до 4700 м (ледник Кара-Баткак). Исследования проводились на базе гидрометеорологического стационара Чон-Кызыл-Суу, на высоте 2555 НУМ (Джеты-Огузский район расположен в 35 км к западу от г. Каракол).

Оценка пыльцы как тест-системы загрязнения окружающей среды произведена в районе хвостохранилища, расположенного к востоку от села Каджи-Сай Тонского района, в 1,5 км к югу от побережья озера Иссык-Куль. Таким образом, исследования проведены непосредственно в г. Каракол и к юго-востоку от города.



Рисунок 2.1.2 – Гидрометеорологический стационар Чон-Кызыл-Суу, на высоте 2555 м

## 2.2. Объекты и методы исследования

**Объект исследования.** Пыльца растений и споры грибов.

**Предмет исследования.** Особенности содержания пыльцы растений и спор грибов в воздухе, влияние метеорологических факторов и системы землепользования на аэробиологический спектр, оценка состояния зеленых насаждений.

В аэробиологические исследования входили сбор материала с биочастицами - пылью растений и спорами грибов, содержащихся в воздухе, их идентификация, количественное определение при визуальном подсчете в поле зрения микроскопа. К задачам аэропалинологии относятся: контроль качественного и количественного состава пыльцевого дождя, изучение закономерностей его формирования, особенностей сезонной и суточной динамики пыления отдельных таксонов, роли пыльцевых зёрен в формировании и развитии поллинозов, а также анализ изменения свойств и структуры пыльцевых зёрен под влиянием меняющейся среды [95].

В исследованиях применяется одна из модификаций пыльцевой ловушки Хирста [323], Impact-волюметрическая ловушка - пыльцеуловитель Ланзони -

сертифицированный аппарат, модель VPPS 2010 (Lanzoni SRL, [www.lanzoni.it](http://www.lanzoni.it)), который специально сконструирован для определения концентрации пыльцевых зерен и спор как функции времени. Пыльцеуловитель приобретен по индивидуальному исследовательскому проекту «Динамика содержания пыльцы растений и спор грибов на фоне глобального потепления климата» (Dynamics of the content of plant pollen and spores of mushrooms in the background of global warming), при поддержке научной грантовой программы для исследователей из республик Центральной Азии и Афганистана (CAARF) Университета Центральной Азии и при менторстве профессора Behling H. (Department of Palynology and Climate Dynamics Albrecht-von-Haller Institute for Plant Sciences University of Göttingen).

Пыльцевая ловушка размещена на крыше здания в пределах городской черты (г. Каракол), вдали от парковых зон и промышленных предприятий, на высоте 13 метров над уровнем земли (рис. 2.2.1). Для выявления состава пыльцевого дождя высота установки пыльцеуловителя имеет первостепенное значение. В большинстве случаев пыльцевые ловушки устанавливаются на высоте 10-20 м над уровнем земли, как правило, на крыше зданий. Это необходимо для получения общей региональной динамики пыльцевого дождя исследования. Состав пыльцевого спектра на уровне земли или на уровне человеческого роста (около 1,5 м) отличается от состава спектра на больших высотах в первую очередь повышенным содержанием пыльцы травянистых растений. Так, концентрация пыльцы полыни на уровне человеческого роста в 11,5 раз превышает содержание пыльцы полыни на высоте 15 м, злаков в 4,4 раза, соответственно [122].

Для пыльцы деревьев столь значимая разница концентраций не отмечается – содержание пыльцы березы, ольхи, тополя, дуба, сосны, ивы на уровне человеческого роста лишь в 1,5, редко в 2 раза, превышает концентрацию пыльцы этих таксонов на больших высотах [122].





Рисунок 2.2.1 – Ловушка Ланзони на крыше здания

Мониторинг аэропалинологического состояния атмосферы на высоте человеческого роста дает и более точную информацию о начале пыления травянистых растений. Так, появление отдельных пыльцевых зёрен полыни и

злаков регистрируется на уровне земли на 1-2 недели раньше, чем на высоте 15 м [388].

Во всех аэропалинологических работах высота установки ловушки должна быть оговорена. В мегаполисе Стамбул с населением около 18 миллионов мониторинг аэроаллергенов проводился с помощью одной ловушки на западной окраине Стамбула – Бююкчекмедже. При этом исследователи отмечают, что можно было бы получить более репрезентативную информацию о пыльце для Стамбула при использовании трех ловушек, так как между центром города и пригородами имеются различия в важности таксонов, способствующих образованию пыльцы [421]. Данное суждение позволяет предположить, что установка и работа одного пыльцеуловителя в небольшом по площади Караколе с населением приблизительно 80 000 человек была достаточной (рис. 2.2.2).



Рисунок 2.2.2 – Ловушка Ланзони в центральной части г. Каракол

В основе действия ловушки 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. Флюгер позволяет ловушке



разворачиваться по ветру, и взвешенные в воздухе частицы через отверстие попадают на липкую ленту в барабане. Часовой механизм обеспечивает медленное вращение барабана, так что лента перед отверстием перемещается, и новая порция частиц попадает на новый участок (рис. 2.2.3). Скорость движения барабана постоянна.

Улавливающая или собирающая поверхность расположена внутри замкнутой камеры и представляет собой прозрачную ленту «Melinex tare», намотанную на барабан. Для того чтобы на барабан пылеуловителя прикрепить ленту «Melinex tare» использовалась лента с двухсторонней клейкой поверхностью, которая приклеивается к барабану узкими поперечными полосками в начале каждого суточного деления. Смесь на ленту наносят кисточкой. Барабан пылеуловителя и саму смесь слегка разогревают. После окончания цикла (7 дней) работы ловушки и смены барабана вся лента разрезается на участки, каждый из которых соответствует одним суткам работы пылеуловителя.





Рисунок 2.2.3 – Принцип устройства ловушки Ланзони

В нашем случае пылеуловитель отрегулирован на работу в течение одной недели, поэтому длина такого участка составляет 48 мм. Каждый кусочек ленты наклеивается на предметное стекло и этикетуруется. На этикетке указывается дата и временной интервал, соответствующий данному участку ленты (рис. 2.2.4).



Рисунок 2.2.4 – Подготовленные для просмотра препараты

Продолжительность отбора проб с апреля по сентябрь. Микроскопирование проводилось с помощью световых микроскопов «Carl Zeiss» (Германия) и MEIJI (Япония) с 10-, 20-, 40-, 100- кратным увеличением. Перед тем как поместить на предметное стекло под микроскоп пыльцу подкрашивают. Но в нашем случае мы использовали предварительно

подкрашенную (фуксином) глицерино-желатиновую смесь (рис. 2.2.5). В качестве среды для изготовления препаратов использовали следующую смесь: глицерин (70 мл), желатина (10 г), дистиллированная вода (60 мл), фенол (0,1 г), фуксин. Присутствующий в среде фуксин окрашивал все живые пыльцевые зёрна в красный цвет разной интенсивности, тем самым существенно облегчал обнаружение и подсчёт пыльцевых зёрен в препарате. С помощью среды, используемой для приготовления препарата, наклеивали кусочки ленты на предметное стекло.



Рисунок 2.2.5 – Смеси для улавливания биочастиц

В розовый цвет окрашиваются только живые пыльцевые зерна – с клетками внутри. Мертвые пыльцевые зерна не окрашиваются (рис. 2.2.6).

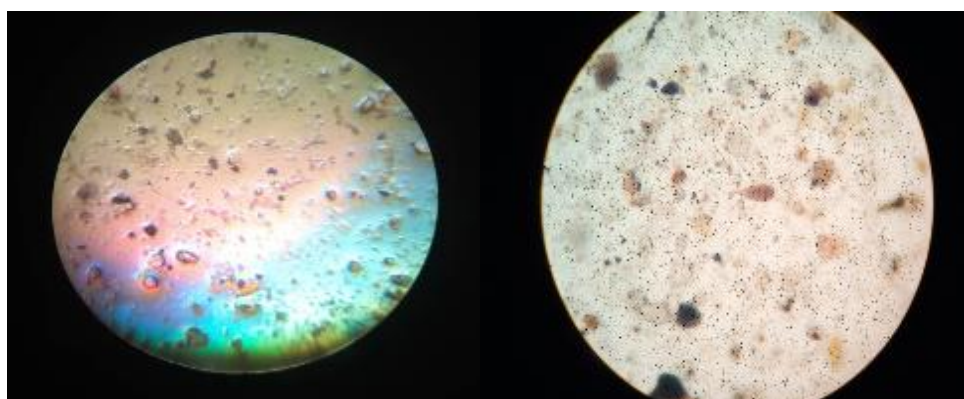


Рисунок 2.2.6 – Аэробичастицы в оптическом микроскопе

Микрофотографии пыли растений и спор грибов изготовлены в лаборатории «Экологии и защиты растений» Научно-производственного центра исследования лесов им. П. А. Гана Института биологии НАН КР на микроскопе SWIFT (USA) при увеличениях 15 x 40.



Пленка с биоаэрозолями разделялась на транссекты, и просматривалась одна за другой, при этом регистрируя количество пыльцы и спор по времени суток. Мы использовали следующие способы подсчёта пыльцевых зёрен в образце: отдельными полями зрения, хаотично расположенными по всей площади препарата; непрерывными транссектами, параллельными продольной оси препарата и расположенными регулярно (рис. 2.2.7). При подсчете пыльцевых зерен и спор грибов в препарате оценивается их относительное количество. При дальнейших подсчетах определяется их абсолютное содержание – концентрация.

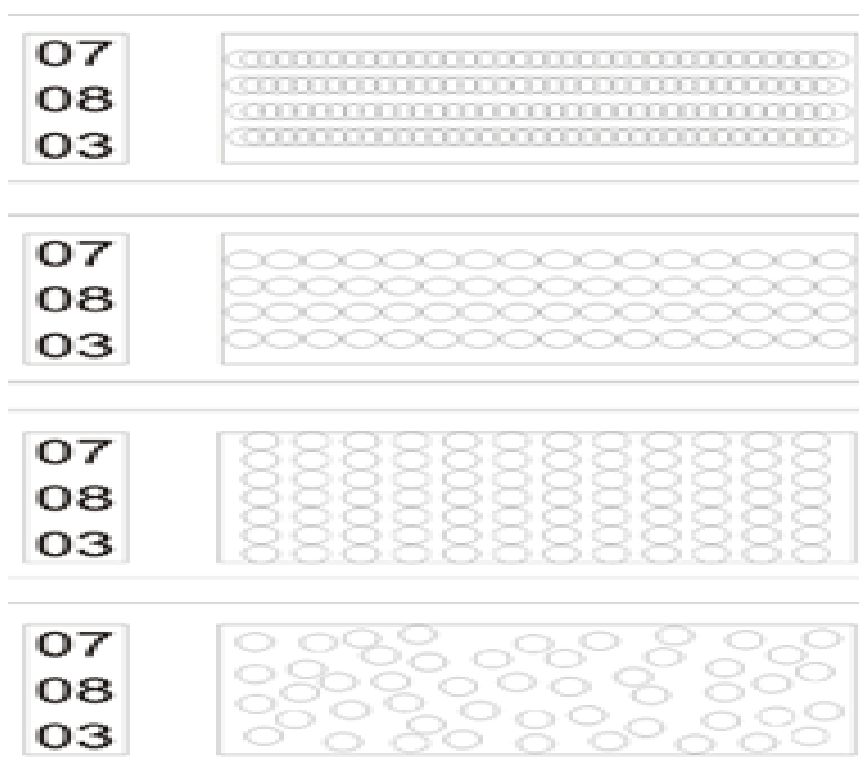


Рисунок 2.2.7 - Методы подсчета пыльцы (Frenguelli 2000, 2003)

Идентификация пыльцевых зерен производилась в основном до рода или семейства, в отдельных случаях до вида. С целью их определения использовались специальные определители и атласы пыльцы [96, 103, 173, 129, 225], ориентационный ключ основных типов пыльцевых зерен [124]. При идентификации использовались дополнительные приемы: образцы пыльцы растений из собственной коллекции (эталонные препараты), натуральные наблюдения, сравнения с препаратами из пыльцы, взятой непосредственно из пыльников. Для идентификации спор грибов использовались атлас аллергенных

спор, определитель грибов-фитопаразитов [171, 419]. На основании изучения образцов составлен дихотомический ключ для определения видов рода [107].

Пыльца различных растений отличается по своим морфологическим (наружным) особенностям. Или как отмечают исследователи, пыльца и споры - это своего рода образования правильной формы с выраженным рисунком на поверхности [211]. В пределах одного семейства пыльца растений более схожа между собой, чем пыльца различных семейств, но отличается как внешним видом - морфологическим строением, так и размером. Пыльца близких видов обычно схожа по внешности, но различается размером. Не у всех пыльцевых зерен видны хорошо выраженные морфологические признаки. Установление систематической принадлежности грибов по их спорам представляет также весьма трудную задачу, так как в цикле их развития образуются несколько различных по форме и функциям спороношений, причем разные виды спор могут развиваться как на одном, так и на разных растениях [48].

Для изучения образцов в исследованиях используются световые микроскопы (СМ). Результаты исследований представляются в виде таблиц декадных и месячных концентраций пыльцы и спор, графиков и диаграмм пыления.

Для всех идентифицированных таксонов пыльцы и спор определяются начало и окончание периодов пыления, максимальные суточные значения и суммарное количество. Статистическая обработка данных проводилась общепринятыми методами вариационной статистики на основе анализа абсолютных и относительных величин. Для подсчета и построения графиков использовали программу «Microsoft Excel».

Для изучения влияния метеорологических параметров на содержание пыльцы в воздухе используются данные о метеофакторах: средняя температура, минимальная и максимальная температуры, средняя скорость ветра, относительная влажность, осадки и максимальная скорость ветра. Комплексное влияние метеорологических факторов на количественный и таксономический состав пыльцы растений и спор грибов высчитывалось математическим

анализом. Для анализа метеорологических факторов использовались данные за 2015-2017 гг. Каракольского Центра по гидрометеорологии Агентства по гидрометеорологии при МЧС КР; материалы лаборатории гляциологии, лаборатории береговых процессов Тянь-Шанского высокогорного научного центра Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР (данные по температуре и влажности воздуха юго-восточной части Прииссыккуля за 1971-2019 гг.) [210].

Исследования пыльцы ели тянь-шанской проводили на высоте 2555 м НУМ, седиментационным методом, который не требовал электроэнергии. Основной задачей аэропалинологических наблюдений с использованием ловушки Дюрама в данном случае являлось выявление сезонной динамики пыления ели (фиксации количества пыльцы ели тянь-шанской в период цветения). Расположение ловушки на высоте 5 м над уровнем почвы в лесной зоне связано с топографией выбранного района. Каждые 24 часа в препаратодержатель ловушки Дюрама вставлялось предметное стекло (слайд), смазанное липкой жидкостью, в которой пыльцевые зерна набухают и расправляются, и подписанное. После экспозиции предметные стекла окрашивались (основным фуксином прокрашиваются оболочки пыльцевых зерен), накрывались покровным стеклом, затем пыльца и споры подсчитывались и идентифицировались под микроскопом.

Интегральная оценка жизнеспособности пыльцы ели была произведена с помощью метода Шардакова. Жизнеспособность пыльцы - это способность мужского гаметофита к росту на соответствующих тканях пестика. Также исключительная жизнеспособность пыльцы делает возможной ее пересылку на далекие расстояния. В основу работы заложена методика определения жизнеспособности пыльцы по Шардакову [244]. С помощью этого метода выявляют наличие ферментов, связанных с жизненными процессами. Так как ухудшение состояния среды снижает жизнеспособность пыльцы, она определяется по уровню активности фермента пероксидазы пыльцы. Для этого используется цветная реакция, в ходе которой пыльцевые зерна, у которых

высокая активность пероксидазы, окрашивается в ярко-красный цвет, красноватый или малиновый цвет. Пыльца бесцветная или бледно-желтого цвета имеет низкую пероксидазную активность или полное ее отсутствие, поэтому считается нежизнеспособной (погибшей).

Живая пыльца, содержащая пероксидазу, окрашивалась в ярко-розовый или темно-красный цвет. Погибшая пыльца оставалась бесцветной. Фермент пероксидаза катализирует в растениях много реакций, в частности, он важен для одревеснения. Пероксидаза при воздействии на содержание индолил-3-уксусной кислоты влияет также на процессы роста, то есть это фермент жизненных процессов.

Метод Шардакова на исследование жизнеспособности пыльцы злаков мы использовали также при подборе рекомендаций для биологической рекультивации хвостохранилища «Каджи-Сай» [163].

## **ГЛАВА III. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛЬЦЫ РАСТЕНИЙ И СПОР ГРИБОВ**

### **3.1. Оценка работы гравиметрической и волюметрической ловушек**

О содержании биологических частиц в воздухе по дням, месяцам, сезонам судят с помощью специальных методов улавливания. В основном, в современных исследованиях используются ловушки двух типов. Первый тип – седиментационные (гравиметрические), когда взвешенные в воздухе частицы осаждаются под действием силы тяжести на горизонтальную поверхность. Такие ловушки (ловушки Дюрама) мы использовали в наших ранних исследованиях (1997-2000 гг). Второй тип ловушек – это импакторные (волюметрические) ловушки, где взвешенные в воздухе частицы движутся вместе с потоком воздуха и осаждаются на поверхности различных типов и ориентации [122].

Большинство импакторных ловушек относится к волюметрическому типу, поток воздуха в них создается принудительно, за счет работы воздушной помпы. В Америке и Канаде ученые используют американские пыльцеуловители Rotorod, в Европе широкое применение находят ловушки Lanzoni (Италия ) и Burkard (Великобритания ). В странах СНГ ловушки для улавливания пыльцы и спор не производились, поэтому здесь используют в основном ловушки производства Буркарда. В настоящее время используют запатентованные конструкции с аналогичным принципом действия - в Украине (Запорожский медуниверситет) и в Беларуси. Когда мы начинали работать в 1997 году, мы ставили целью - изучить состав пыльцы в атмосфере и составить календари пыления растений для Иссык-Кульского региона Кыргызской Республики. И здесь, гравиметрический метод наблюдений дает возможность определить качественный состав спектра и определить относительное содержание пыльцы доминирующих таксонов, но не позволяет оценить концентрацию пыльцы в атмосфере [63]. Во многих странах Европы такая работа ведется многие десятки лет на непрерывной основе, в нашей стране эти исследования проводились время от времени отдельными энтузиастами, в некоторых населенных пунктах республики. Кроме того, в Кыргызстане до 2014 года не велись исследования с

использованием волюметрического пылеуловителя. В настоящее время во многих странах Европы, в том числе в ряде городов России, проводятся исследования, где основной целью является пылевой мониторинг, который позволяет на основе регулярного слежения за составом и количеством пыли в окружающем воздухе составлять календари пыления растений для каждой территории. В зависимости от поставленных задач, основными действиями здесь являются: - работа современных ловушек в городской и сельской местностях; - пространственные и временные концентрации пыли растений и спор грибов; - сравнительный анализ концентрации пыли в разных точках одной страны или в целом в европейских странах; - анализ концентрации пыли или спор отдельно взятых аллергенных растений и грибов; - фенологические наблюдения за отдельно взятыми таксонами; - прогнозные модели, предсказывающие наиболее важные характеристики цветения растений и поведения пыли на будущие годы и т. д. Здесь наиболее значимым можно считать программу «Пылевая информация для Европы», которая продолжается много лет, и где в результате составления прогноза содержания пыли и спор в воздухе европейских стран разработана действенная система оповещения врачей и больных поллинозом.

В России первая аэропалинологическая станция появилась в 1992 году в Московском Государственном Университете им. М. В. Ломоносова. Это пока единственная станция, которая проводит ежедневный мониторинг и ежедневно публикует данные на сайте. С 2004г. регулярные аэропалинологические наблюдения проводятся в следующих городах: Астрахань, Барнаул, Екатеринбург, Иркутск, Краснодар, Красноярск, Москва, Нижний Новгород, Пермь, Пенза, Пятигорск, Смоленск, Санкт-Петербург, Ставрополь. Работа этих стационарных станций связана с проблемой мониторинга аэропалинологического состояния атмосферы, с развитием постоянно действующей сети станций слежения за качественным и количественным составом пылевого дождя. Показания снимаются каждый день с апреля по сентябрь включительно [364]. Волюметрические ловушки работают постоянно

в Москве (Московский государственный университет, Институт аллергологии), Рязани, Санкт-Петербурге, Краснодаре, Тюмени, Перми, Ростове, Ставрополе. В Украине мониторинг проводился с помощью гравиметрического и волюметрического методов, в Киеве, Одессе, Каневе [194, 205].

Среди стран Центральной Азии, в настоящее время в Республике Узбекистан организован Международный центр молекулярной аллергологии (ICMA - International Centre of Molecular Allergology), который интенсивно работает над установкой в городах страны поколения современных пылевых ловушек Lanzoni - Vpps 2010. Пылевые ловушки установлены в Ташкенте, Джизакской, Бухарской, Самаркандской, Навоийнской и Хорезмской областях. Данные, полученные после полного запуска пылевых ловушек, будут размещаться на специальном портале Европейского Общества мониторинга пыльцы ([www.polleninfo.org](http://www.polleninfo.org)) (рис. 3.1.1).



Рисунок 3.1.1 – Ловушка Ланзони в г. Ташкент.

Седиментационный принцип улавливания в виде гравиметрической ловушки представил в 1946 году О. К. Дюрам. Он начал создавать первую национальную сеть пылевого мониторинга в США. Ловушка Дюрама позволяет понять, в какие сроки происходит цветение тех или иных растений, и оценить качественный состав воздушного пылевого спектра, однако с его помощью невозможно определить, из какого объема воздуха набралось столько частиц.

Международная аэриобиологическая ассоциация (IAA) рекомендует использовать импакторные ловушки, прототипом которых являлась волюметрическая ловушка Хирста [Hirst, 1952]. Хирст Д. М. изобрел ее для изучения фитофтороза картофеля в период своей профессиональной деятельности в сельскохозяйственной научно-исследовательской станции «Rothamsted» (Великобритания). Ловушки, как правило, расположены на крышах больниц, метеорологических станций, и других общественных зданиях, а также обеспечивают информирование общественности через теле-и-радиопередачи.

По нашим наблюдениям, за последнее десятилетие увеличиваются исследования с использованием данных аэриобиологического мониторинга с помощью волюметрического метода улавливания биологических частиц воздуха. Ранее, в основном применялись преимущественно ловушки производителя Буркард (Burkard Mfg. Co. Ltd., Англия), между тем в последнее время все чаще используют ловушки Ланзони (Lanzoni SRL, Болонья, Италия) (табл. 3.1.1).

В ранних исследованиях (1998-1999 гг.) аэриобиологические наблюдения проводились нами седиментационным методом с помощью ловушек Дюрама (рис. 3.1.2), которые были установлены на высоте 25 м и 5 м в 3-х точках юго-востока Иссык-Кульской котловины.

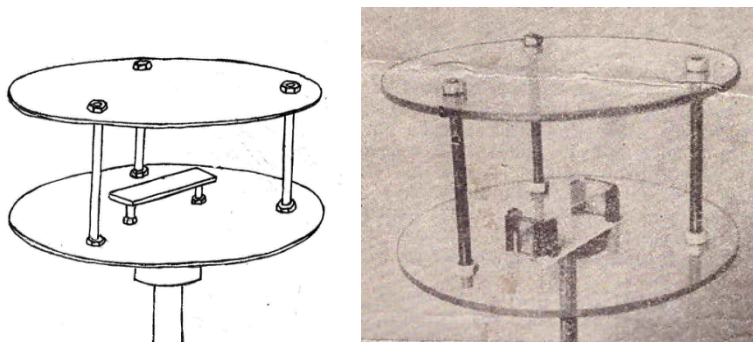


Рисунок 3.1.2 - Ловушка Дюрама (Durham, 1946)

С 2014 года в наших исследованиях применяется пылевая импактная ловушка WPPS 2010 Lanzoni, которая специально сконструирована для определения концентрации пылевых зерен и спор как функции времени (рис.



2.2.1). Lanzoni SRL с 1980 года производит аппаратуру для наблюдения за рассеянными в атмосфере биочастицами.

Мы сравнили два метода аэриобиологического мониторинга: устаревшего, но не потерявшего своего значения аппарата Дюрама по улавливанию пыльцы, и ловушки Ланзони, в последнее время широко применяемой во всем современном мире. Результаты сравнительной характеристики двух методов аэриобиологического мониторинга, волюметрического (Ланзони) и седиментационного (Дюрама), показали следующее. Обе ловушки предназначены для проведения пыльцевого мониторинга. У той, и у другой в процессе работы нужно изготавливать препараты, которые позже просматриваются с помощью микроскопов с большим увеличением (для идентификации пыльцы растений и спор грибов, подсчета количества). Однако, устройство и установка ловушек совершенно разные. Ловушка Дюрама больше отражает процесс пассивного улавливания пыльцевых зерен липкой поверхностью стекла, располагаемого на пути их беспорядочного полета. Данный метод наиболее часто используется во многих странах, например, в Шэньяне (КНР) [338], что очень важно для сравнения полученных спектров с помощью других приборов для улавливания растительной пыльцы и спор грибов, выявления общих черт и отличительных характеристик. Этот способ прост, легко воспроизводится, обеспечивает непрерывность исследования в течение длительного времени, позволяет исследовать динамику колебания концентрации пыльцы в различные периоды времени [5].

Ловушка Ланзони располагается на такой высоте, чтобы включить общий окружающий воздушный поток (принудительное движение воздуха), подлежащий контролю, который может содержать сочетание местной и более отдаленной пыльцы ветроопыляемых растений. Конечно, в медицинских целях слежение за составом пыльцевого спектра необходимо проводить на двух уровнях: на высоте 10-20 м – для получения общей региональной динамики пыльцевого дождя и на уровне человеческого роста - для уточнения начала

пыления и определения периода, опасного с аллергенной точки зрения.

Аппарат Ланзони используется в настоящее время во многих странах Европы (в 11 странах из 25 стран, где идет аэриобиологический мониторинг) (табл. 3.1.1). По-видимому, по своим техническим характеристикам он не уступает ловушке Буркарда.

Таблица 3.1.1 - Количество и типы пылевых ловушек по странам Европы

№	Страна	Кол-во	Тип ловушки	Анализ	Данные
1	Австрия	26	Буркард, Ланзони	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные
2	Белоруссия	1	Буркард	Пыльца, споры	Ежедневные данные
3	Бельгия	5	Буркард	Пыльца, споры	Ежедневные данные
4	Греция	15	Буркард, Ланзони	Пыльца	Ежедневные данные, двухчасовые данные
5	Дания	2	Буркард	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные
6	Финляндия	9	Буркард	Пыльца, споры	Двухчасовые данные
7	Франция	80	Буркард, Ланзони	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные
8	Германия	45	Буркард	Пыльца, споры	Ежедневные данные
9	Венгрия	20	Буркард, Ланзони (переносная ловушка)	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные
10	Израиль	2	Буркард	Пыльца, споры	Ежедневные данные
11	Италия	92	Буркард, Ланзони	Пыльца, споры	Ежедневные данные
12	Литва	3	Буркард	Пыльца, споры	Двухчасовые данные
13	Нидерланды	2	Буркард	Пыльца	Ежедневные данные
14	Норвегия	12	Буркард	Пыльца, споры	Двухчасовые данные
15	Польша	15	Буркард, Ланзони	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные
16	Россия	17	Буркард, Ланзони	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные

17	Республика Сербия	14	Ланзони	Пыльца	Еженедельные данные, ежедневные данные
18	Сербия	6	Буркард, Ланзони	Пыльца	Ежедневные данные, двухчасовые данные
19	Словакия	7	Буркард	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные
20	Испания	40	Буркард, Ланзони	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные
21	Швеция	19	Буркард	Пыльца	Двухчасовые данные
22	Швейцария	14	Буркард	Пыльца	Почасовые данные
23	Турция	4	Буркард, Ланзони	Пыльца	Двухчасовые данные
24	Украина	5	Буркард (самодельная ловушка)	Пыльца, споры	Ежедневные данные, двухчасовые данные
25	Великобритания	16	Буркард	Пыльца	Ежедневные данные, двухчасовые данные

Оба пылеуловителя можно использовать для долгосрочных исследований. Но при использовании волюметрических ловушек, таких как Ланзони или Буркарда, многие исследователи уделяют большое внимание на метеорологические параметры (скорость ветра, температура воздуха и т. д.), размеры пылевых зерен, влажные и сухие пылевые зерна [350]. Более крупная ловушка, у которой, следовательно, большая скорость осаждения пыли, улавливает в количественном отношении больше пылевых зерен и спор грибов. В таксономическом соотношении также есть различия: в наших исследованиях, в г. Каракол, ловушка Ланзони собрала 20 таксонов пыли деревьев и 16 таксонов пыли трав, ловушка Дюрама - 7 таксонов пыли деревьев и 7 таксонов пыли трав. Кроме того, хорошо различимы роды внутри семейства сосновых на слайдах ловушки Ланзони – сосна, ель, пихта, лиственница (табл. 3.1.2). Все эти данные улучшают достоверность результатов аэриобиологических исследований. Хотя некоторые исследователи отмечают, что традиционные методы подсчета пыли трудоемки, плохо распределяются и, поскольку подсчеты обычно проводятся в течение 1 дня, не дают прогнозов, на которые можно было бы опираться [314].

Таблица 3.1.2 - Идентифицированные таксоны пыльцы растений с помощью ловушек Дюрама и Ланзони

Дюрама	Ланзони
<b>Деревья</b>	
1. Вяз ( <i>Ulmus, Ulmaceae</i> )	1. Вяз ( <i>Ulmus, Ulmaceae</i> )
2. Тополь ( <i>Populus, Salicaceae</i> )	2. Тополь ( <i>Populus, Salicaceae</i> )
3. Береза ( <i>Betula, Betulaceae</i> )	3. Береза ( <i>Betula, Betulaceae</i> )
4. Кипарисовые ( <i>Cupressaceae</i> )	4. Кипарисовые ( <i>Cupressaceae</i> )
5. Буковые ( <i>Fagaceae</i> )	5. Буковые ( <i>Fagaceae</i> )
6. Ива ( <i>Salix</i> )	6. Ива ( <i>Salix, Salicaceae</i> )
7. Сосновые ( <i>Pinaceae</i> )	7. Сосна ( <i>Pinus, Pinaceae</i> ) 8. Ель ( <i>Picea, Pinaceae</i> ) 9. Лиственница ( <i>Larix, Pinaceae</i> ) 10. Пихта ( <i>Abies, Pinaceae</i> )
-	11. Липа ( <i>Tilia, Tiliaceae</i> )
-	12. Клен ( <i>Acer, Aceraceae</i> )
-	13. Орешник ( <i>Corylus, Corylaceae</i> )
-	14. Орех ( <i>Juglans, Juglandaceae</i> )
-	15. Ясень ( <i>Fraxinus, Oleaceae</i> )
-	16. Шиповник ( <i>Rosa, Rosaceae</i> )
-	17. Шелковица ( <i>Morus, Moraceae</i> )
-	18. Дуб ( <i>Quercus sp.</i> )
-	19. Каштан ( <i>Castanea sp.</i> )
-	20. Гледичия ( <i>Gleditsia sp.</i> )
<b>Травы</b>	
1. Злаковые ( <i>Poaceae</i> )	1. Злаковые ( <i>Poaceae</i> )
2. Полынь ( <i>Artemisia</i> )	2. Полынь ( <i>Artemisia</i> )
3. Маревые ( <i>Chenopodiaceae</i> )	3. Маревые ( <i>Chenopodiaceae</i> )
4. Коноплевые ( <i>Cannabaceae</i> )	4. Коноплевые ( <i>Cannabaceae</i> )
5. Подорожниковые ( <i>Plantaginaceae</i> )	5. Подорожниковые ( <i>Plantaginaceae</i> )
6. Астровые ( <i>Asteraceae</i> )	6. Астровые ( <i>Asteraceae</i> )
7. Осоковые ( <i>Superaceae</i> )	7. Осоковые ( <i>Superaceae</i> )
-	8. Крапивные ( <i>Urticaceae</i> )
-	9. Зонтичные ( <i>Apiaceae</i> )
-	10. Ситниковые ( <i>Juncaceae</i> )
-	11. Бобовые ( <i>Fabaceae</i> )
-	12. Яснотковые ( <i>Lamiaceae</i> )
-	13. Гречишные ( <i>Polygonaceae</i> )
	14. Амарантовые

	( <i>Amaranthaceae</i> )
-	15. Эфедра ( <i>Ephedra L.</i> ) (Хвойниковые, <i>Ephedraceae</i> )

В зависимости от географических, метеорологических и антропогенных факторов, споры грибов находятся в воздухе в больших количествах и практически весь сезон наблюдения. Но до сих пор, обилие и разнообразие грибов в воздухе Кыргызской Республики никогда не были полностью изучены, несмотря на очевидную полезность информации, так как споры грибов являются возбудителями аллергических заболеваний и основными фитопаразитами. Еще в 50-е годы прошлого века Домашовой А. А. был определен состав микофлоры хребта Тескей Ала-Тоо, где было собрано и определено 600 видов и форм грибов. Среди этого состава на втором месте стоят несовершенные грибы – 214 видов [55]. В наших исследованиях прошлых лет на ловушку Дюрама было уловлено 13 таксонов спор грибов. На ловушку Ланзони уловлено 24 вида спор грибов (табл. 3.1.3).

Таблица 3.1.3 - Идентифицированные таксоны спор грибов с помощью ловушек Дюрама и Ланзони

Дюрама	Ланзони
1. Альтернария ( <i>Alternaria, Dothideomycetes</i> )	1. Альтернария ( <i>Alternaria, Dothideomycetes</i> )
2. Кладоспориум ( <i>Cladosporium, Dothideomycetes</i> )	2. Кладоспориум ( <i>Cladosporium, Deuteromycetes</i> )
3. Гельминтоспориум ( <i>Helminthosporium, Dothideomycetes</i> )	3. Гельминтоспориум ( <i>Helminthosporium, Dothideomycetes</i> )
4. Торула ( <i>Torula, Dothideomycetes</i> )	4. Торула ( <i>Torula, Dothideomycetes</i> )
5. Серпула (домовой гриб) ( <i>Serpula, Agaricomycetes</i> )	5. Серпула (домовой гриб) ( <i>Serpula, Agaricomycetes</i> )
6. Устилаго (головневый гриб) ( <i>Ustilago, Ustilaginomycetes</i> )	6. Устилаго (головневый гриб) ( <i>Ustilago, Ustilaginomycetes</i> )
7. Политринций ( <i>Polythrincium, Dothideomycetes</i> )	7. Политринций ( <i>Polythrincium, Dothideomycetes</i> )
8. Фузариум ( <i>Fusarium, Dothideomycetes</i> )	8. Фузариум ( <i>Fusarium, Dothideomycetes</i> )

9. Ботритис ( <i>Botrytis, Dothideomycetes</i> )	9. Ботритис ( <i>Botrytis, Dothideomycetes</i> )
10. Стемфилиум ( <i>Stemphiliium, Dothideomycetes</i> )	10. Стемфилиум ( <i>Stemphiliium, Dothideomycetes</i> )
11. Родоторула ( <i>Rhodotorula, Saccharomycetaceae</i> )	-
12. Триходерма ( <i>Trichoderma, Нурocreaceae</i> )	-
13. Аспергилл ( <i>Aspergillus, Dothideomycetes</i> )	-
-	11. Эпикококк ( <i>Epicoccum, Dothideomycetes</i> )
-	12. Тиллеция (головневый гриб) ( <i>Tilletia, Exobasidiomycetes</i> )
-	13. Авребазидиум ( <i>Aureobasidium, Dothideomycetes</i> )
-	14. Сороспориум (головневый гриб) ( <i>Sorosporium, Ustilaginomycetes</i> )
-	15. Пукциния (ржавчинный гриб) ( <i>Puccinia, Pucciniomycetes</i> )
-	16. Дрехслера ( <i>Drechslera, Dothideomycetes</i> )
-	17. Курвулария ( <i>Curvularia, Dothideomycetes</i> )
-	18. Фома ( <i>Phoma, Dothideomycetes</i> )
-	19. Пиренофора ( <i>Pyrenophora, Dothideomycetes</i> )
-	20. Уроцистис ( <i>Urocystis, Ustilaginomycetes</i> )
-	21. Дидимелла ( <i>Didymella, Dothideomycetes</i> )
-	22. Диплодия ( <i>Diplodia, Dothideomycetes</i> )
-	23. Фитофтора ( <i>Phytophthora, Oomycetes</i> )
-	24. Пирикулария ( <i>Piricularia, Dothideomycetes</i> )

Оба метода регистрируют одни и те же относительные изменения концентрации пыльцы в воздухе. Но на наш взгляд, волюметрический пылеуловитель предлагает ряд преимуществ. Это и прочность самого устройства, которое остается на открытом воздухе при любых неблагоприятных

погодных условиях, простота использования (необходимо электричество и основательное крепление). Исследователи отмечают, что для целей аэробологии все - таки наиболее приемлемы модификации пыльцеуловителя Хирста (пыльцеуловители Буркарда и Ланзони), эффективность работы которых значительно высока [95, 173]. Как стандартные международные методики, они необходимы для количественной оценки содержания пыльцы в атмосфере, разработки прогнозов пыления [63]. Но с учетом того, что аэроаллергены могут быть обнаружены в более разнообразных средах [308], целесообразно применять в аэробологическом мониторинге оба метода.

### **3.2. Краткосрочные исследования пыльцы растений**

В отдельных случаях седиментационный (гравиметрический) метод с помощью ловушки Дюрама можно применять в труднодоступных местностях, для выполнения краткосрочных исследований [154]. Это было продемонстрировано в работе, где в программу исследований лаборатории биогеографии Тянь-Шанского высокогорного научного центра (ТШВНЦ) Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР в рамках научной темы «Оценка современного состояния лесов в долине р. Чон-Кызыл-Суу (ГМС 2550 м)» были включены исследования по определению обилия пыльцы ели тянь-шанской и ее жизнеспособности в период цветения. Объектами исследований лаборатории являются естественные насаждения ели тянь-шанской (Шренка) (*Picea schrenkiana* Fisch. et Mey.) [201] в ущелье Чон-Кызыл-Суу (склон СВ экспозиции, высота 2500-2700м НУМ) (рис. 3.2.1), а также древесно-кустарниковая и травянистая растительность в различных местообитаниях субальпийского и альпийского поясов от 3000 до 3300 м НУМ [155].

С этой целью нами произведена оценка естественного возобновления ели тянь-шанской на основе изучения влияния пыления на формирование семян. Для этого на базе гидрометеорологической станции (ГМС) (2555 м) ТШВНЦ в июне 2018 г. в урочище Чон-Кызыл-Суу была установлена ловушка Дюрама для фиксации количества пыльцы ели тянь-шанской в период цветения (рис. 3.2.2).



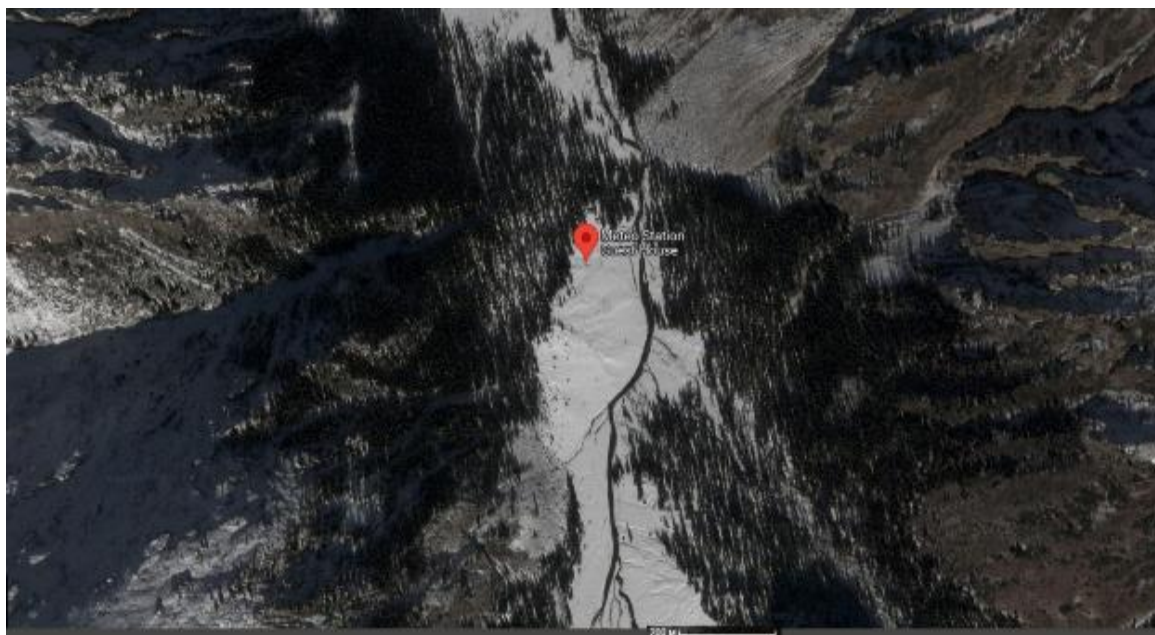


Рисунок 3.2.1 – Ущелье Чон-Кызыл-Суу: гидрометеорологическая станция на высоте 2550 м НУМ (Чон-Кызыл-Суу)

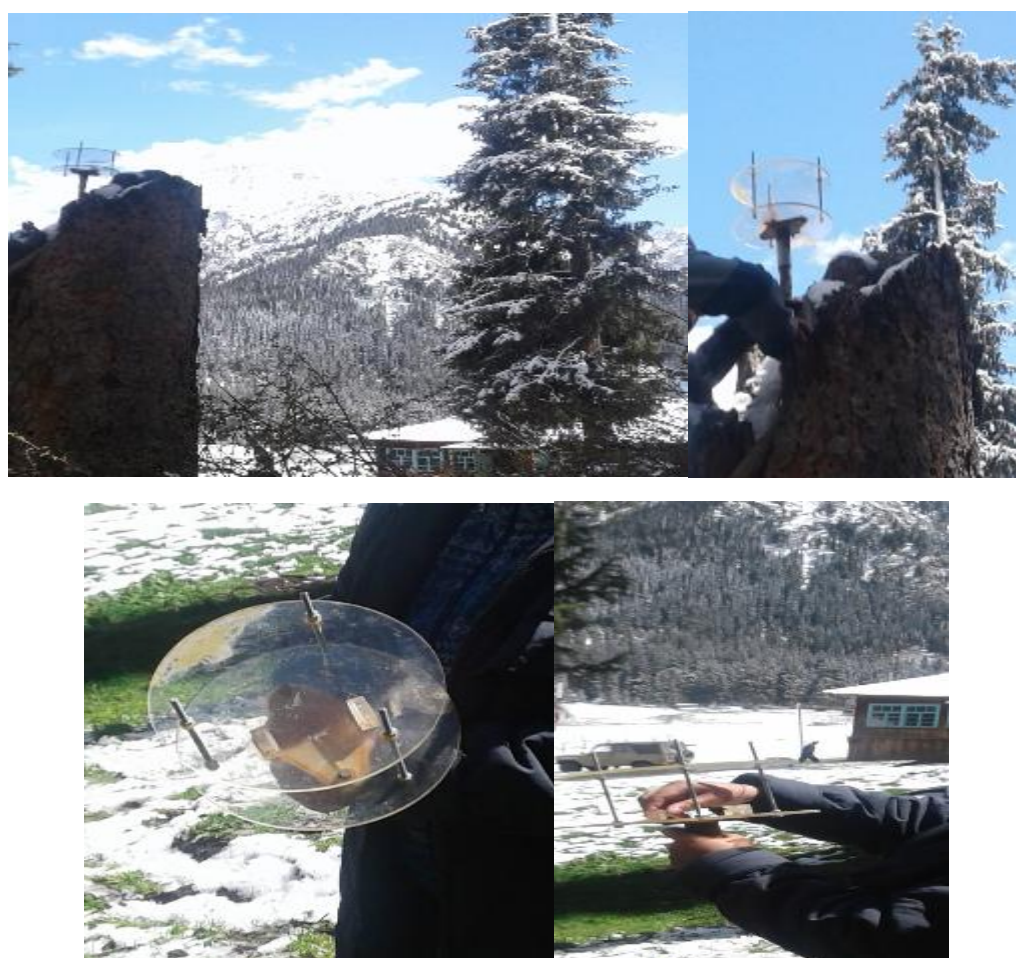


Рисунок 3.2.2 – Исследования гравиметрическим методом на высоте 2550 м НУМ (Чон-Кызыл-Суу)



На гидрометеорологической станции установлены сроки начала и окончания, а также продолжительность пыления. 3 июня на участке исследования началось пыление ели. Крупные женские шишки (пучок макростробил), растущие на вершинной части ели открыли свои чешуйки. Мелкие мужские шишечки (пучок микростробил), растущие значительно ниже при встряхивании выпускают легкое облачко пыльцы. Они сбросили оболочку почек еще 23 мая, но только 3 июня с них полетела пыльца. В это время пылят пока только шишечки, созревшие первыми, но часть шишек к пылению еще не готова.

Интегральная оценка жизнеспособности пыльцы ели была произведена с помощью метода Шардакова. Материалом для исследований послужила свежесобранная пыльца ели. Пыльцу, собранную в период массового созревания микростробиллов (сбор производили 10-17 июня 2018 г.), исследовали на жизнеспособность и фертильность. Пыльцу ели собирали в бумажные пакеты в утренние часы (10-11 часов). Изучено 10 деревьев. Почти вся пыльца окрашивалась, что говорит о высоком ее качестве. Иногда низкая всхожесть семян обуславливается недостаточным количеством деревьев, способных к репродукции. Увеличение количества взрослых деревьев, и соответственно, увеличение количества пыльцы, по-видимому, повышает качество семян. По некоторым данным у старых особей наблюдается явное расстройство репродуктивной функции, которое выражено малочисленностью генеративных органов как мужских, так и женских [111]. На обилие плодоношения в еловых лесах влияют как биологические факторы, а в первую очередь это возраст древостоев, так и экологические – низкие температуры воздуха, заморозки, повышенная влажность воздуха во время цветения также не благоприятствует образованию и разносу пыльцы, в результате чего образуются пустые семена [69]. На высотах 2200 м и выше, за 5-летний период наблюдений, не было отмечено ни одного года с хорошим урожаем семян. Этому предшествовало плохое цветение; малое количество мужских и женских репродуктивных органов. Взрослых деревьев, способных к продукции пыльцы было

недостаточно; выпадение осадков в период цветения, когда пыльца становится нелетучей. Наступает естественное старение древостоев, вследствие чего плодоношение неудовлетворительное [162]. В исследованиях по пыльце ели сибирской (*Picea obovata Ledeb.*), сравнивая показатели тувинской пыльцы с красноярской, предположили, что климатический и географический факторы оказывают более сильное влияние на генеративную сферу растений, чем техногенный [28].

Стабильное получение качественных семян зависит от качества их зрелой пыльцы, которое во многом определяется нормальным морфогенезом пыльника. При оценке приспособленности древесных растений, важная роль принадлежит изучению морфо-физиологических признаков пыльцы, в частности, объема пыльцевой продукции (обусловлена периодичностью плодоношения и способностью растений к заложению цветков), сыпучести пыльцы (зависит от структуры экзины), ее летучести (определяется весом и размерами пыльцевого зерна) и жизнеспособности [77]. Качество пыльцы – это важный фактор в процессе оплодотворения и формирования семян у анемофильных растений, особенно у видов, отличающихся различной степенью выживаемости в условиях естественного произрастания [218]. Для определения качества семян ели тянь-шанской проводили их анализ по методике, используемой в лесном семеноводстве [199]. При оценке жизнеспособности в наших исследованиях почти вся пыльца окрашивалась (92,6%), что говорит о высоком ее качестве (табл. 3.2.1).

Таблица 3.2.1 - Результаты анализа жизнеспособности пыльцевых зерен *Picea schrenkiana* в Чон-Кызыл-Суу

Объект исследования	Описание	Число пыльцевых зерен		Жизнеспособность п. з. в %
		окрашенных	неокрашенных	
<i>Picea schrenkiana</i>	Пыльца в период цветения	214	17	92,6%

Установлено, что 2018 год можно считать неурожайным, и обилие цветения, а значит и плодоношения оценивается 3 баллами по шкале В. Г.

Каппера [85]. На качество семян также могут повлиять и погодные условия в период цветения. Так, в сырую и мокрую погоду пыльца становится тяжелой и нелетучей. По нашим исследованиям во время цветения было очень мало пыльцы, что и повлекло за собой большое количество пустых семян. Иногда низкая всхожесть семян обуславливается недостаточным количеством деревьев, способных к репродукции. Увеличение количества деревьев, и соответственно, увеличение количества пыльцы, по-видимому, повышает качество семян. До сих пор в еловых лесах не исследовали причины низкого качества семян, собранных в естественных насаждениях. Анализ качества семян, собранных на высоте свыше 2200 м, показал их плохое качество.

Сейчас большое внимание уделяется лесному сектору как одному из факторов в адаптации к изменению климата. И во многих экспертных отчетах по подготовке лесного сектора к глобальным вызовам указывается на то, что надо уделять большое внимание размножению и селекции в целях повышения устойчивости к отдельным вредителям и болезням. Нужно обратить соответствующее внимание на сохранение и управление лесными генетическими ресурсами – это предпосылки устойчивого управления лесами, эффективное средство адаптации к изменению климата и средство в борьбе с опустыниванием. Нужно проводить серьезные эмбриологические исследования интродуцентов, так как местные виды деревьев уже не выдерживают активного антропогенного прессинга на природные лесные экосистемы. И одним из главных направлений здесь должны быть в первую очередь фенологические наблюдения, затем – исследования в лабораториях с помощью современного оборудования: исследования качества пыльцы, собранной на опытных участках, определение морфометрических показателей пыльцевого зерна: длины и высоты тела и воздушных мешков; анализ аномалий пыльцевых зерен; оценка структуры урожая женских шишек, измерение высоты и диаметра женских шишек, семенной продуктивности макростробилов, массы и полнозернистости семян и т. д. [149].

Пыльца некоторых хвойных деревьев, например сосны, является наиболее удобным объектом исследований в сравнении с другими, это и широкое распространение, несложное отделение из пыльников, ее большое количество [230]. Исследования жизнеспособности пыльцы деревьев, ее зависимость от благоприятных условий или негативных факторов среды и вследствие этого повышение адаптационных возможностей местных видов и интродуцентов – перспективное и необходимое направление лесной науки в республике [149].

Метод Шардакова на исследование жизнеспособности пыльцы мы использовали при подборе рекомендаций для биологической рекультивации хвостохранилища «Каджи-Сай» [163]. Проблема рекультивации техногенно-загрязненных территорий актуальная на сегодняшний день, и здесь биологическая часть этого процесса позволяет в какой-то степени восстановить нарушенные человеком земли. Особое внимание обращается использованию злаковых трав как фиторекультивантов. Значительное место здесь уделяется экспресс-диагностике загрязненности исследуемого участка с помощью пыльцы растения семейства *Poaceae*.

Нахождение техногенного уранового участка «Каджи-Сай», расположенного на южном берегу озера Иссык-Куль, в Тонском районе, в 270 км от г. Бишкек, в опасной зоне горной экосистемы в условиях изменения климата предполагает постоянное изучение и проведение мероприятий по восстановлению этих участков. При оценке пыльцы как тест-системы загрязнения окружающей среды, мы целенаправленно использовали пыльцу для мониторинга в районе с ранее высоким уровнем загрязненности (хвостохранилище «Каджи-Сай» с радиоактивными материалами с общим объемом 0,4 млн. м<sup>3</sup>). Причиной повреждения пыльцы служат следующие факторы: 1) физические - термические, радиационные (включая ионизирующую радиацию и УФ облучение), гравитационные, электромагнитные; 2) химические - неорганические и органические загрязнители воздуха, а также синтетические мутагены и пестициды; 3) биологические - споры грибов (микогенные); 4) климатические - свет, тепло, воздух, влага.

Пыльца имеет различную степень чувствительности к негативному эффекту действия загрязнителей: сорные травы толерантны, злаки чувствительны, а маревые занимают промежуточное положение. Объектом для биомониторинга на территории хвостохранилища «Каджи-Сай» была избрана пыльца пырея ползучего (*Elytrigia repens*), так как при определении травосмеси для размещения пастбища над рекультивированный участком мы рекомендуем включать в травосмеси многолетние травы из семейства злаковых (*Poaceae*). В данном случае, *Elytrigia repens* является одновременно и злаком, и сорным растением.

Необходимо отметить, что пыльца злаков сильно повреждается под воздействием негативных факторов окружающей среды вследствие тонкой экзины (1,0 - 1,1 мкм) (наружной оболочки). Чувствительность пыльцы злаков к воздействию загрязнений ставит ее в ряд, как важных индикаторов загрязнения окружающей среды, так и биомониторов [101]. То есть злаковые и их пыльца могут быть использованы как палиноиндикаторы для тестирования загрязнения в последующих периодических исследованиях данной местности.

Материалом для исследований послужила свежесобранная пыльца пырея ползучего в 1-й декаде июля 2023 года. Микроскопические исследования выявили, что жизнеспособность пыльцевых зерен пырея ползучего была высокой (табл. 3.2.2). Пыльца пырея окрасилась почти полностью, что говорит о высоком ее качестве.

Таблица 3.2.2 - Результаты анализа жизнеспособности пыльцевых зерен *Elytrigia repens* в районе Каджи-Сайского хвостохранилища

Объект исследования	Описание	Число пыльцевых зерен		Жизнеспособность п. з. в %
		окрашенных	неокрашенных	
<i>Elytrigia repens</i>	Пыльца в период цветения	320	23	93,3%

Проводя экспресс-диагностику, необходимо обратить внимание на структуру пыльцевых зерен: число разрушенных зерен указывает на

интенсивную стрессовую реакцию в исследуемом районе. Разрушенных зерен в исследуемом районе обнаружено единичное количество (рис. 3.2.3).

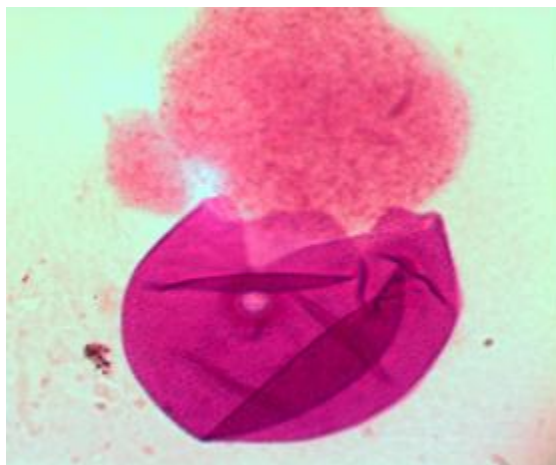


Рисунок 3.2.3 - Разрушенное пыльцевое зерно *Elytrigia repens*

Результаты исследования радиационной обстановки в районе Каджи-Сайского хвостохранилища в 2022-2023 гг. показали, что уровень радиационного фона варьирует в пределах нормы [83]. Видимо на это повлияло то, что Министерством чрезвычайных ситуаций КР проводится планомерная работа по рекультивации радиоактивных отходов бывших урановых производств с привлечением международной помощи (в рамках программы «Рекультивация территорий государств ЕврАзЭС, подвергшихся воздействию уранодобывающих производств» в 2017-2019 гг.). Предполагаем, что данное положение повлияло на отсутствие интенсивной стрессовой реакции в исследуемом районе. В результате выполненных исследований были установлены количественные показатели жизнеспособности пыльцевых зерен злаковых на примере *Elytrigia repens*. Для данного участка для рекультивации нарушенных земель рекомендуются включать в травосмеси злаковые растения.

**Заключение.** Произведена оценка работы гравиметрической и волюметрической ловушек. Волюметрический пыльцеуловитель предлагает ряд преимуществ, несмотря на то, что оба метода регистрируют одни и те же относительные изменения концентрации пылицы в воздухе. В связи с изменениями состояния окружающей среды аэроаллергены могут быть обнаружены в разных средах. Поэтому целесообразно применять в

аэроббиологическом мониторинге оба метода, причем ловушка Дюрама в некоторых случаях незаменима в труднодоступных условиях среды.

Использование пыльцевого анализа позволяет значительно расширить понимание репродуктивной биологии растений. Пыльца чутко реагирует на факторы среды как надежная биологическая тест-система. Это прямой метод изучения эффектов воздействия загрязняющих веществ на живые организмы; измерения суммарного воздействия всех факторов окружающей среды, включая загрязнения и метеорологические условия [147]. С помощью изучения количества и качества пыльцы растительных сообществ можно давать практические рекомендации, исследуя антропогенно-восстанавливаемые или антропогенно-деградируемые ландшафты.

## ГЛАВА IV. АЭРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

### Г. КАРАКОЛ

В настоящей работе представлено подробное описание 3 лет, имеющих характерные особенности. Исключительная изменчивость погоды в нашей местности по годам требует сбора данных для выявления сезонной и суточной динамики пыления таксонов, анализа факторов, влияющих на формирование спорово-пыльцевых спектров, составления прогнозов. Несмотря на относительное постоянство календаря пыления для данного региона, каждый конкретный сезон пыления имеет свои особенности. В значительной степени может измениться пыльцевая продуктивность отдельных таксонов, могут варьироваться сроки и продолжительность пыления. Эти особенности обусловлены, в первую очередь, климатическими и метеорологическими условиями, а также многолетними биологическими ритмами развития растений. На протяжении 2015-2017 гг. постоянных наблюдений при помощи аппарата Lanzoni WPPS 2010 нами отобрано 630 проб атмосферного воздуха. Проведены исследования качественного и количественного состава пыльцевой составляющей атмосферного воздуха.

#### **4.1. Концентрация пыльцы растений и спор грибов в 2015 году**

Годовой подсчет идентифицированной пыльцы составлял в 2015 г. 85646 п. з./м<sup>3</sup> (45,6%), а спор – 102207 с.г./м<sup>3</sup> (54,4%). Таблицы 4.1.1 и 4.1.2 отражают сезонные вариации в содержании аэроаллергенов в г. Каракол за 2015 г. Так, абсолютный максимум пыльцы в воздухе наблюдался в июле (54,4%) и августе (37%). По данным 2015 г., максимальный количественный состав спор грибов был зафиксирован в июле (76,4%).

Данные 2015 г., полученные с пыльцеуловителя Ланзони, показали, что в воздухе г. Каракол с третьей декады апреля присутствовала пыльца 24 таксонов растений, 6 из которых доминировали: полынь (*Artemisia*), маревые (*Chenopodiaceae*), злаковые (*Poaceae*), коноплевые (*Cannabiaceae*), астровые (*Asteraceae*), сосна (*Pinus*). Остальную часть, включая поврежденную пыльцу, составляли единичные пыльцевые зерна деревьев и трав различных таксонов и



неопределенных таксонов. В воздухе г. Каракол циркулирует пыльца следующих таксонов: пыльца 14 таксонов древесно-кустарниковых растений, из них 5 таксонов относящихся к классу хвойных (*Pinopsida*), 10 таксонов трав; а также 8 таксонов спор грибов, относящихся к классу *Dothideomycetes*, 2 таксона спор из классов головневых грибов (*Ustilaginomycetes* и *Exobasidiomycetes*) (см. табл. 4.1.1 и 4.1.2) [149].

В 2015 году в воздухе г. Каракол присутствовала пыльца следующих ведущих 8 таксонов:

- тополя - с 10 апреля по 3 мая (23 дня). Максимальное суточное число – 155 (25 апреля), всего за сезон – 379 п. з./м<sup>3</sup>;
- березы – с 9 апреля по 24 мая (45 дней). Максимальное суточное число – 54 (27 апреля), всего за сезон – 235 п. з./м<sup>3</sup>;
- сосны – с 23 апреля по 12 августа (110 дней). Максимальное суточное число – 608 (15 июня), всего за сезон – 1220 п. з./м<sup>3</sup>;
- полыни – с 23 мая по 25 октября (154 дня). Максимальное суточное число – 5120 (11 июля), всего за сезон – 56896 п. з./м<sup>3</sup>;
- маревых – со 2 июня по 11 октября (162 дня). Максимальное суточное число – 1743 (13 августа), всего за сезон – 15152 п. з./м<sup>3</sup>;
- злаковые – с 26 апреля по 18 октября (174 дня). Максимальное суточное число – 378 (21 июля), всего за сезон – 6585 п. з./м<sup>3</sup>;
- коноплевые – с 17 июня по 21 сентября (84 дня). Максимальное суточное число – 402 (12 июля), всего за сезон – 2774 п. з./м<sup>3</sup>;
- астровых – с 13 июня по 14 октября (12 дней). Максимальное суточное число - 344 (2 июля), всего за сезон – 1581 п. з./м<sup>3</sup>.

Среди спор грибов по количественному составу преобладали споры (см. табл. 4.1.2, рис. 4.1.1):

- кладоспориума, суточный максимум – 31248 (27 июля), всего – 75538 с.г./м<sup>3</sup>;
- альтернарии, суточный максимум – 5376 (28 июля), всего – 21307 с.г./м<sup>3</sup>;
- фузариума, суточный максимум – 462 (6 августа), всего – 3220 с.г./м<sup>3</sup>;

- устилаго, суточный максимум – 126 (2 августа), всего – 625 с.г./м<sup>3</sup>;
- гельминтоспориума, суточный максимум – 252 (28 июля), всего – 595 с.г./м<sup>3</sup>.

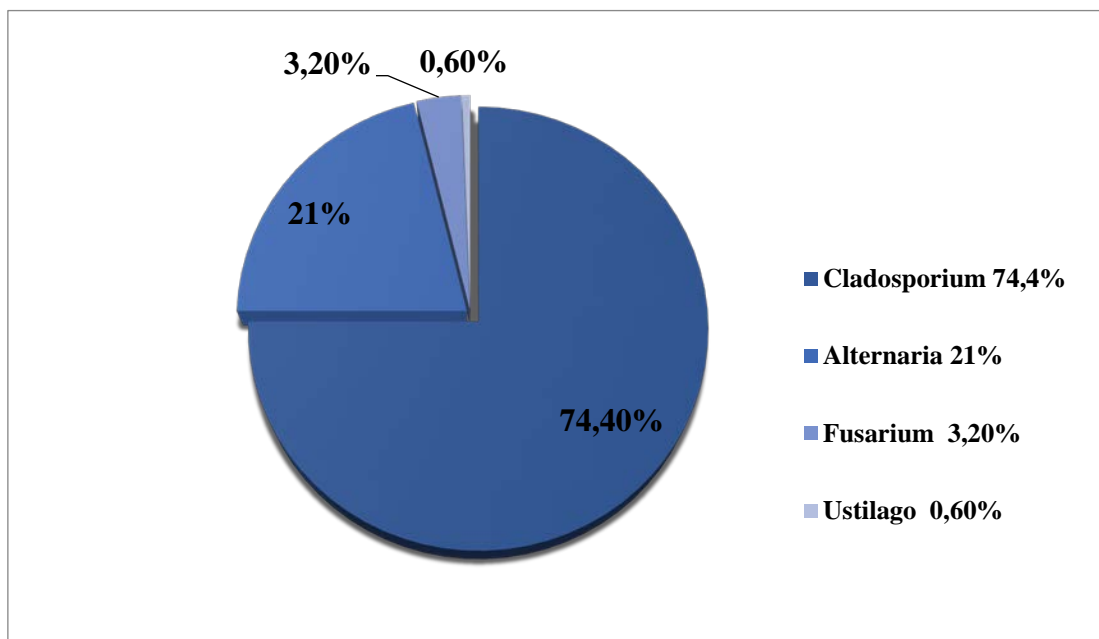


Рисунок 4.1.1 - Лидирующие роды спор грибов за 2015г.

Аэриобиологический спектр г. Каракол включал две спорово-пыльцевые волны: весенне-летняя спорово-пыльцевая волна (апрель – июнь) и летне-осенняя спорово-пыльцевая волна (июль – октябрь). Летне-осенняя волна пыления была наиболее мощная и продолжительная и обусловлена прежде всего цветением *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*. Результаты качественного и количественного состава пыльцы приведены в таблице 4.1.1. Злаковые, маревые и полынь представлены были множеством видов, с чем связан продолжительный период их пыления. Эти результаты подтверждаются исследованиями Ю. М. Посевинной, которая акцентирует внимание на том, что эти таксоны представлены в средних широтах России множеством видов, неразличимых палинологически, но отличающихся по экологии цветения [183].

Таблица 4.1.1 - Качественный и количественный состав пыльцы растений г. Каракол за 2015 г.

№	Названия таксонов	2015 г.		Максимальное число за декаду
		Всего п. з./м <sup>3</sup>	%	
Пыльца деревьев				

1	Тополь ( <i>Populus sp.</i> )	379	0,4%	98 (3-я дек. 04)
2	Береза ( <i>Betula sp.</i> )	235	0,3%	71 (2-я дек. 04)
3	Ива ( <i>Salix sp.</i> )	98	0,1%	48 (3-я дек. 04)
4	Орешник ( <i>Corylus sp.</i> )	16	0,02%	8 (3-я дек. 04)
5	Буковые ( <i>Fagaceae</i> )	13	0,01%	13 (3-я дек. 04)
6	Орех ( <i>Juglans sp.</i> )	9	0,01%	5 (2-я дек. 05)
7	Вяз ( <i>Ulmus sp.</i> )	6	0,006%	3 (3-я дек. 04)
8	Дуб ( <i>Quercus sp.</i> )	6	0,006%	6 (3-я дек. 04)
9	Клен ( <i>Acer sp.</i> )	5	0,005%	5 (2-я дек. 05)
10	Сосна ( <i>Pinus sp.</i> )	1220	1,42%	681(2-я дек.06)
11	Кипарисовые ( <i>Cupressaceae</i> )	109	0,13%	32 (1-я дек. 05)
12	Ель ( <i>Picea sp.</i> )	67	0,08%	67 (2-я дек. 06)
13	Пихта ( <i>Abies sp.</i> )	15	0,02%	15 (2-я дек. 06)
14	Лиственница ( <i>Larix sp.</i> )	8	0,009%	5 (2-я дек. 04)
Всего пыльцы деревьев (14 таксонов)		2186	2,5%	
Пыльца трав				
15	Полынь ( <i>Artemisia sp.</i> )	56896	66,8%	16462 (2-я дек. 07)
16	Маревые ( <i>Chenopodiaceae</i> )	15152	17,6%	6615 (2-я дек. 08)
17	Злаковые ( <i>Poaceae</i> )	6585	7,6%	1368 (2-я дек. 07)
18	Коноплевые ( <i>Cannabiaceae</i> )	2774	3,2%	1397 (2-я дек. 07)
19	Астровые ( <i>Asteraceae</i> )	1581	1,8%	525 (1-я дек. 07)
20	Гречишные ( <i>Polygonaceae</i> )	17	0,02%	8 (3-я дек. 06)
21	Лебеда ( <i>Atriplex sp.</i> )	10	0,01%	10 (3-я дек. 06)
22	Ширяца ( <i>Amaranthus sp.</i> )	6	0,006%	6 (2-я дек. 06)
23	Дурнишник ( <i>Xanthium sp.</i> )	2	0,002%	2 (3-я дек. 06)
24	Зонтичные ( <i>Apiaceae</i> )	2	0,002%	1(1-я дек. 07)
Всего пыльцы трав (10 таксонов)		83025	97%	
25	Неопределенные таксоны	397	0,46%	
26	Поврежденные пыльцевые зерна	38	0,04	

Всего	85761	100%
-------	-------	------

Таблица 4.1.2 - Качественный и количественный состав спор грибов г. Каракол за 2015г.

№	Наименование таксонов	2015 г.		Максимальное число за декаду
		Всего с.г./м <sup>3</sup>	%	
1	Кладоспориум ( <i>Cladosporium</i> , <i>Dothideomycete</i> )	75538	74%	57375 (3-я дек. 07)
2	Альтернария ( <i>Alternaria</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	21307	20,8%	13821 (3-я дек. 07)
3	Фузариум ( <i>Fusarium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	3220	3,1%	1260 (3-я дек. 07)
4	Устилаго ( <i>Ustilago</i> , <i>Ustilaginomycetes</i> )	625	0,6%	177 (3-я дек. 07)
5	Гельминтоспориум ( <i>Helminthosporium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	595	0,6%	441 (3-я дек. 07)
6	Стемфилиум ( <i>Stemphylium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	135	0,13%	75 (3-я дек. 06)
7	Тиллеция (Вонючая головня) ( <i>Tilletia</i> , <i>Exobasidiomycetes</i> )	123	0,12%	70 (3-я дек. 06)
8	Торула ( <i>Torula</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	85	0,08%	46 (2-я дек. 06)
9	Эпикококк ( <i>Epicoccum</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	38	0,04%	21 (3-я дек. 07)
10	Ауреобазидиум ( <i>Aureobasidium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	9	0,009 %	5 (3-я дек. 06)
11	Неопределенные таксоны	532		0,5%
Всего (10 таксонов)		102207		100%

Апрель. Первые пыльцевые зерна начали отмечать в 1-й декаде апреля 2015 г. (рис. 4.1.2). Это пыльцевые зерна тополя, березы, ивы. Со 2-й декады месяца

фиксируется на лентах ловушки пыльца орешника, вяза, лиственницы. В 3-й декаде отмечены единичные зерна буковых, дуба, кипарисовых. Пыльца трав еще не отмечена. Всего содержание пыльцы деревьев в воздухе за апрель составило 752 п. з./м<sup>3</sup> (34% от всей пыльцы деревьев). В аэромикологическом спектре в апреле присутствовали споры двух таксонов – кладоспориума и альтернрии, составляя 0,3% спектра.

*Май.* В 1-й декаде мая определяются отдельные пыльцевые зерна тополя, березы, орешника. В этот период начинает пылить орех. Во 2-й декаде отмечены единичные зерна клена. В это время и вплоть до 2-й декады июня регистрируется пыльца кипарисовых. Содержание пыльцы деревьев в воздухе за май составило всего 107 п. з./м<sup>3</sup> (5% от всей пыльцы деревьев). Со 2-й декады мая отмечены небольшие концентрации злаковых. С 3-й декады выявляются пыльцевые зерна маревых. Количественный состав пыльцы лиственных деревьев в 2015 г. был незначительным - 35% (767 п. з./м<sup>3</sup>), по сравнению с данными хвойных деревьев 65% (1419 п. з./м<sup>3</sup>). От общего количества пыльцы растений в 2015 г. пыльца деревьев таким образом составляла всего 2,5% (табл. 4.1.3). Содержание пыльцы растений в воздухе за май составило всего 0,3% от суммарного годового подсчета. В мае присутствовали споры также двух таксонов – кладоспориума и альтернрии, составляя 0,7% спектра.

*Июнь.* Из пыльцы деревьев регистрируются голосеменные: в 1-й декаде кипарисовые, с 3-й декады начинает пылить сосна, ель и пихта. Начиная с 1-й декады пыльца полыни, маревых, злаковых и коноплевых регистрируется регулярно. Со 2-й декады июня фиксируются астровые, с 3-й декады – единичные зерна гречишных и зонтичных. Отдельно идентифицированы представители маревых – лебеда (3-я декада) и ширица (2-я декада), и астровых – дурнишник (2-я декада). 5% (4035 п. з./м<sup>3</sup>) от суммарного годового подсчета составило содержание пыльцы растений в воздухе за июнь. Помимо кладоспориума и альтернрии, в аэромикологическом спектре с 1-й декады июня появляются споры фузариума. Во 2-й декаде фиксируются споры устилаго, гельминтоспориума, стемфилиума, торулы, эпикоккума. В 3-й декаде

появляются на лентах ловушки споры тиллеции и авребазидиума. Споры грибов составляли 11% (11053 с.г./м<sup>3</sup>) от суммарного аэромикологического спектра.

Таблица 4.1.3. Вариации в содержании пыльцы растений и спор грибов в воздухе г. Каракол подекадно за 2015 г.

Пыльца растений п. з./м <sup>3</sup> и споры грибов с.г./м <sup>3</sup>			Декады	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
<b>Деревья</b> <b>14</b> <b>таксонов</b>	2186	2,5%	<b>1</b>	132	58	25	51	-	-
			<b>2</b>	316	28	763	14	1	-
			<b>3</b>	304	21	471	2	-	-
<b>Всего</b>				<b>752</b>	<b>107</b>	<b>1259</b>	<b>67</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>Травы</b> <b>9</b> <b>таксонов</b>	76440	89,1%	<b>1</b>	-	-	196	10916	12149	344
			<b>2</b>	-	-	741	20493	16454	60
			<b>3</b>	-	28	1482	11694	1872	11
<b>Всего</b>				<b>-</b>	<b>28</b>	<b>2419</b>	<b>43103</b>	<b>30475</b>	<b>415</b>
<b>Злаки</b>	6585	7,6%	<b>1</b>	-	-	250	1068	462	43
			<b>2</b>	-	26	514	1368	680	36
			<b>3</b>	-	94	852	1060	132	-
<b>Всего</b>				<b>-</b>	<b>120</b>	<b>1616</b>	<b>3496</b>	<b>1274</b>	<b>79</b>
<b>Декады</b>				<b>Месяцы</b>					
				<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>	<b>08</b>	<b>09</b>
<b>Споры грибов</b> <b>10</b> <b>таксонов</b>	102153	100%	<b>1</b>	3 1	97	531	3185	7778	188
			<b>2</b>	1 32	271	414	1769	3101	55
			<b>3</b>	1 70	378	10108	73115	352	-
<b>Всего</b>				<b>333</b>	<b>746</b>	<b>11053</b>	<b>78069</b>	<b>11231</b>	<b>243</b>

*Июль.* С 1-й же декады июля отмечены высокие концентрации пыльцы полыни (выявлен абсолютный максимум пыльцы в воздухе во 2-й декаде месяца - 16462 п. з./м<sup>3</sup>). Фиксируются высокие концентрации маревых, злаковых (абсолютный максимум пыльцы в воздухе во 2-й декаде месяца - 1368 п. з./м<sup>3</sup>), коноплевых (абсолютный максимум пыльцы в воздухе во 2-й декаде месяца - 1397 п. з./м<sup>3</sup>). В 1-й декаде июля отмечен также абсолютный максимум пыльцы в воздухе астровых - 525 п. з./м<sup>3</sup>. Регистрируются отдельные пыльцевые зерна гречишных и зонтичных. Содержание пыльцы растений в воздухе за июль составило 56% (46599 п. з./м<sup>3</sup>) от суммарного годового подсчета. В июле отмечены абсолютные декадные максимумы лидеров аэромикологического

спектра: кладоспориума - 3-я декада (57375 с.г./м<sup>3</sup>), альтернарии – 3-я декада (13821 с.г./м<sup>3</sup>), фузариума – 3-я декада (1260 с.г./м<sup>3</sup>), устилаго – 3-я декада (177 с.г./м<sup>3</sup>), гельминтоспориума – 3-я декада (441 с.г./м<sup>3</sup>). Регистрируются небольшие значения стемфилиума, тиллеции, торулы, эпикококкума, авребазидиума. Споры грибов составляли рекордные 76,4% (78069 с.г./м<sup>3</sup>) от суммарного аэромикологического спектра.

*Август.* В 1-2-й декаде еще отмечаются пыльцевые зерна сосны. Регистрируются высокие уровни пыльцы полыни и злаковых. Выявлен абсолютный максимум пыльцы маревых в воздухе во 2-й декаде месяца - 6615 п. з./м<sup>3</sup>. До 3-й декады фиксируется пыльца коноплевых. Все три декады пылят астровые. Содержание пыльцы растений в воздухе за август составило 38% (31749 п. з./м<sup>3</sup>) от суммарного годового подсчета. В августе выпали споры кладоспориума, альтернарии, фузариума, устилаго, гельминтоспориума, стемфилиума. Споры грибов составляли 11% (11231 с.г./м<sup>3</sup>) от суммарного аэромикологического спектра.

*Сентябрь.* В этот период определяется пыльца трех таксонов – полыни, маревых и злаковых. Аэромикологический спектр был представлен спорами кладоспориума и альтернарии, и составил всего 0,2%.

*Октябрь.* В октябре отмечены единичные зерна полыни, маревых и злаковых. Зафиксированы споры кладоспориума и альтернарии.

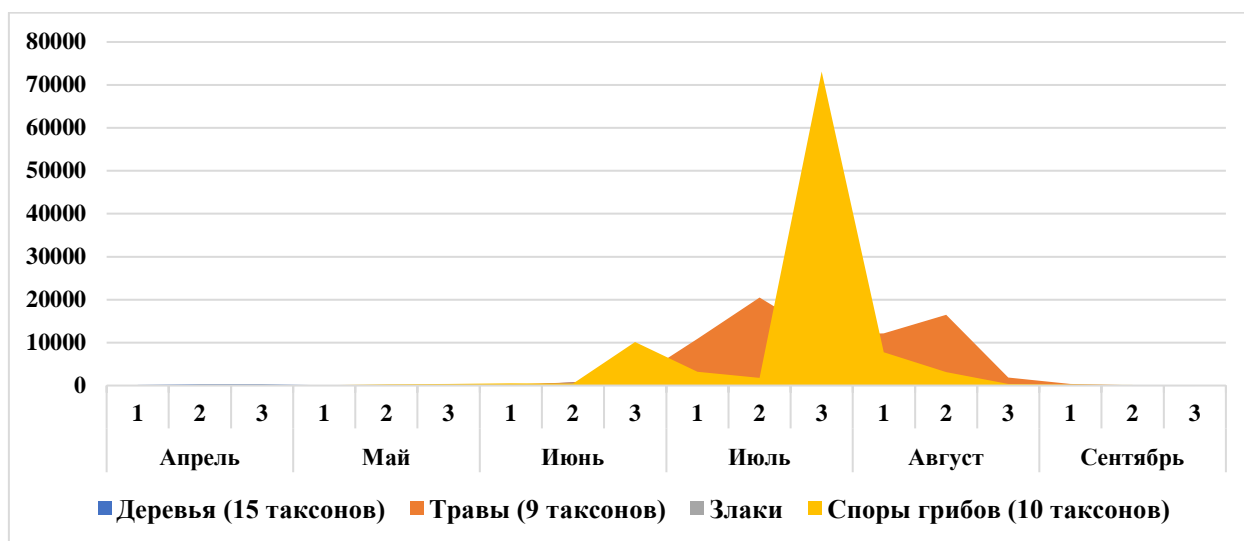


Рисунок 4.1.2 - Содержание пыльцы растений и спор грибов подекадно за 2015г.

Сравнивая результаты, полученные в 2015 году с результатами наших исследований прошлых лет (1998 – 1999 гг.) получили следующие данные: основной пылевой спектр в этом году был представлен за счет пыльцы трав (97,5%). Пыльцы полыни на ленты ловушки выпало самое большое количество - 66,8% от всей уловленной пыльцы растений. Пыльца деревьев составляла всего 2,5%. Всего за 2015 г. выпало пыльцы деревьев -2,5%, трав – 97,5% (рис. 4.1.3).

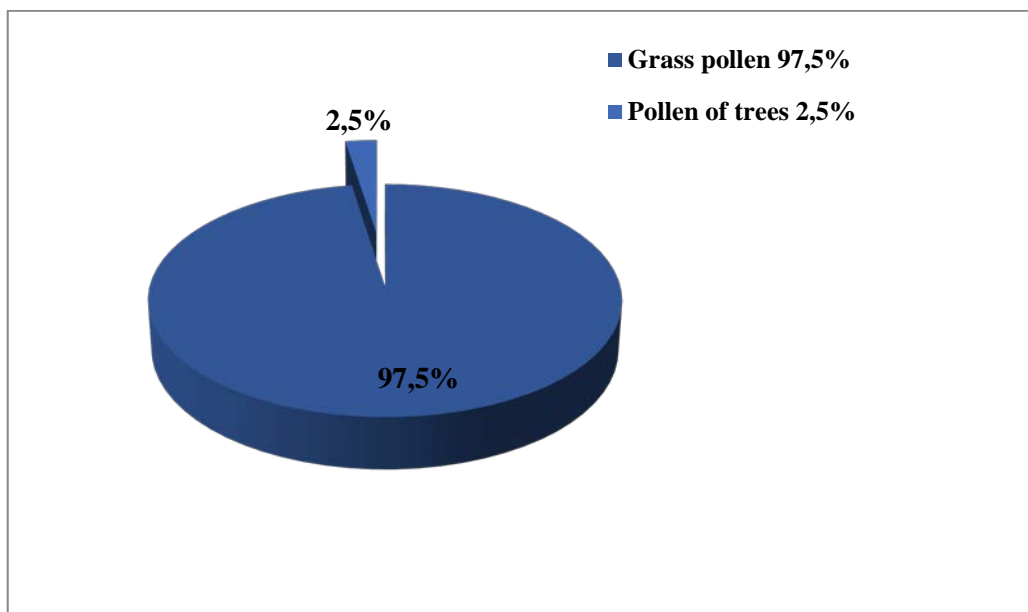


Рисунок 4.1.3 - Общее количество пыльцы деревьев и трав в 2015 г.

#### 4.2. Концентрация пыльцы растений и спор грибов в 2016 году

В 2016 г. годовой подсчет идентифицированной пыльцы растений составлял 91387 п. з./м<sup>3</sup> (48,1%), а спор – 98541 с.г./м<sup>3</sup> (51,9%) (табл. 4.2.1 и 4.2.2). Сезонные вариации в содержании пыльцы в г. Каракол за 2016 г. отражают следующие значения: абсолютный максимум пыльцы в воздухе наблюдался в июне (23%) и июле (41%). По данным 2016 г., максимальный количественный состав спор грибов был зафиксирован в июне (33,4%) и июле (38%).

В 2016 г. в воздухе присутствовала пыльца 32 таксонов растений и 18 таксонов спор грибов: 20 таксонов древесно-кустарниковых растений, из них 5 таксонов относящихся к классу хвойных (*Pinopsida*), 12 таксонов трав, а также 13 таксонов спор грибов, относящихся к классу *Dothideomycetes*, 5 таксонов спор грибов классов *Agaricomycetes*, *Ustilaginomycetes*, *Pucciniomycetes* и *Exobasidiomycetes* (см. табл. 4.2.1 и 4.2.2). Ведущий спектр обусловлен пыльцой



14 таксонов растений: березы, ивы, дуба, тополя, липы, сосны, ели, кипарисовых, полыни, злаковых, маревых, коноплевых, осоковых, астровых [156].

Таблица 4.2.1 - Качественный и количественный состав пыльцы растений г. Каракол за 2016 г.

№	Названия таксонов	2016 г.		Максимальное число за декаду
		Всего п. з./м <sup>3</sup>	%	
<b>Пыльца деревьев</b>				
1	Береза ( <i>Betula sp.</i> )	2093	2,3%	1504 (3-я дек. 04)
2	Ива ( <i>Salix sp.</i> )	1412	1,5%	1400 (3-я дек. 04)
3	Дуб ( <i>Quercus sp.</i> )	961	1,05%	947 (3-я дек. 04)
4	Тополь ( <i>Populus sp.</i> )	605	0,7%	546 (3-я дек. 04)
5	Липа ( <i>Tilia sp.</i> )	525	0,6%	172 (1-я дек. 06)
7	Клен ( <i>Acer sp.</i> )	215	0,2%	177 (3-я дек. 04)
8	Шиповник ( <i>Rosa sp.</i> )	99	0,1%	92 (3-я дек. 04)
9	Буковые ( <i>Fagaceae</i> )	80	0,08%	78 (2-я дек. 05)
10	Ясень ( <i>Fraxinus sp.</i> )	19	0,02%	13 (3-я дек. 04)
11	Орех ( <i>Juglans sp.</i> )	16	0,01%	10 (3-я дек. 04)
12	Орешник ( <i>Corylus sp.</i> )	3	0,03%	3 (3-я дек. 04)
13	Ольха ( <i>Alnus sp.</i> )	1	0,001%	1 (3-я дек. 04)
14	Шелковица ( <i>Morus sp.</i> )	1	0,001%	1 (2-я дек. 05)
15	Вяз ( <i>Ulmus sp.</i> )	1	0,001%	1 (1-я дек. 05)
16	Сосна ( <i>Pinus sp.</i> )	16002	17,5%	4259 (1-я дек. 05)
17	Ель ( <i>Picea sp.</i> )	1026	1,1%	283 (2-я дек. 06)
18	Кипарисовые ( <i>Cupressaceae</i> )	1006	1,1%	275 (3-я дек. 05)
19	Пихта ( <i>Abies sp.</i> )	72	0,07%	44 (1-я дек. 05)
20	Лиственница ( <i>Larix sp.</i> )	18	0,01%	11 (3-я дек. 04)
Всего пыльцы деревьев (20 таксонов)		24155		26,44%
<b>Пыльца трав</b>				
1	Полынь ( <i>Artemisia sp.</i> )	37285	40,8%	19301 (3-я дек. 07)
2	Злаковые ( <i>Poaceae</i> )	19325	21,1%	7170 (2-я дек. 06)

3	Маревые ( <i>Chenopodiaceae</i> )	4051	4,4%	1326 (1-я дек. 08)
4	Коноплевые ( <i>Cannabiaceae</i> )	2814	3,08%	1049 (3-я дек. 07)
5	Осоковые ( <i>Cyperaceae</i> )	1625	1,8%	480 (2-я дек. 07)
6	Астровые ( <i>Asteraceae</i> )	807	0,9%	226 (1-я дек. 06)
7	Зонтичные ( <i>Ariaceae</i> )	445	0,5%	109 (2-я дек. 06)
8	Подорожник ( <i>Plantago sp.</i> )	336	0,4%	190 (2-я дек. 07)
9	Бобовые ( <i>Fabaceae</i> )	102	0,1%	88 (2-я дек. 07)
10	Крапивные ( <i>Urticaceae</i> )	6	0,006%	5 (1-я дек. 07)
11	Эфедра ( <i>Ephedra L.</i> ) (Хвойниковые, <i>Ephedraceae</i> )	2	0,002%	2 (1-я дек. 06)
12	Яснотковые ( <i>Lamiaceae</i> )	1	0,001%	8 (3-я дек. 06)
Всего пыльцы трав (12 таксонов)		66799	73,08%	
Неопределенные таксоны		227	0,25%	
Поврежденные пыльцевые зерна		206	0,23%	
Всего		91387	100%	

Таблица 4.2.2. Качественный и количественный состав спор гриб г. Каракол за 2016 г.

№	Наименование таксонов	2016 г.		Максимальное число за декаду
		Всего с.г./ м <sup>3</sup>	%	
1	Кладоспориум ( <i>Cladosporium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	45160	45,8 %	12266 (2-я дек. 06)
2	Альтернария ( <i>Alternaria</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	26476	26,9 %	5122 (2-я дек. 07)
3	Фузариум ( <i>Fusarium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	14081	14,3 %	1867 (1-я дек. 07)
4	Серпула (Домовый гриб) ( <i>Serpula</i> , <i>Agaricomycetes</i> )	3775	3,83 %	783 (3-я дек. 07)
5	Ботритис ( <i>Botrytis</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	2638	2,7 %	501 (3-я дек. 07)
6	Устилаго ( <i>Ustilago</i> , <i>Ustilaginomycetes</i> )	2056	2,1 %	535 (3-я дек. 07)

7	Гельминтоспориум ( <i>Helminthosporium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	1238	1,25 %	316 (3-я дек. 04)
8	Стемфилиум ( <i>Stemphylium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	763	0,77 %	222 (3-я дек. 07)
9	Дрехслера ( <i>Drechslera</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	616	0,6 %	146 (2-я дек. 07)
10	Торула ( <i>Torula</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	392	0,4 %	143 (3-я дек. 07)
11	Пукциния (Ржавчинный гриб) ( <i>Puccinia</i> , <i>Pucciniomycetes</i> )	198	0,2 %	71 (3-я дек. 07)
12	Эпикококкум ( <i>Epicoccum</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	191	0,2 %	38 (1-я дек. 07)
13	Политринциум ( <i>Polythrincium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	177	0,17 %	70 (3-я дек. 07)
14	Авреобазидиум ( <i>Aureobasidium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	167	0,17 %	71 (2-я дек. 07)
15	Курвулария ( <i>Curvularia</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	104	0,1 %	54 (3-я дек. 07)
16	Тиллеция (Вонючая головня) ( <i>Tilletia</i> , <i>Exobasidiomycetes</i> )	79	0,08 %	38 (2-я дек. 07)
17	Сороспориум ( <i>Sorosporium</i> , <i>Ustilaginomycetes</i> )	23	0,02 %	22 (1-я дек. 06)
18	Фома ( <i>Phoma</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	1	0,00 1%	1 (3-я дек. 07)
19	Неопределенные таксоны	406	0,4%	
Всего (18 таксонов)		98541		100%

В 2016 году в воздухе г. Каракол присутствовала пыльца следующих таксонов:

- березы – с 4 апреля по 22 мая (49 дней). Максимальное суточное число – 385 (23 апреля), всего за сезон – 2093 п. з./м<sup>3</sup>;
- ивы - с 8 апреля по 5 мая (28 дней). Максимальное суточное число – 363 (25 апреля), всего за сезон – 1412 п. з./м<sup>3</sup>;

- дуба – с 9 апреля по 7 мая (29 дней). Максимальное суточное число – 378 (30 апреля), всего за сезон – 961 п. з./м<sup>3</sup>;
- тополя – с 9 апреля по 9 мая (31 день). Максимальное суточное число – 255 (30 апреля), всего за сезон – 605 п. з./м<sup>3</sup>;
- липы - с 5 мая по 18 июня (44 дня). Максимальное суточное число – 89 (17 июня), всего за сезон – 525 п. з./м<sup>3</sup>;
- сосны – с 17 апреля по 3 августа (108 дней). Максимальное суточное число – 3636 (12 июня), всего за сезон – 16002 п. з./м<sup>3</sup>;
- ели – с 26 апреля по 23 июль (88 дней). Максимальное суточное число – 122 (30 мая), всего за сезон – 1026 п. з./м<sup>3</sup>;
- кипарисовых – с 16 апреля по 11 августа (117 дней). Максимальное суточное число – 142 (22 мая), всего за сезон – 1006 п. з./м<sup>3</sup>;
- полыни – с 12 мая по 25 октября (166 дней). Максимальное суточное число – 5230 (27 июля), всего за сезон – 37285 п. з./м<sup>3</sup>;
- злаковых – с 5 мая по 23 октября (171 день). Максимальное суточное число – 3598 (12 июня), всего за сезон – 19325 п. з./м<sup>3</sup>;
- маревых – с 15 мая по 11 октября (149 дней). Максимальное суточное число – 335 (27 июля), всего за сезон – 4051 п. з./м<sup>3</sup>;
- коноплевых – с 23 мая по 23 сентября (153 дня). Максимальное суточное число – 306 (25 июля), всего за сезон – 2814 п. з./м<sup>3</sup>;
- осоковых – с 13 июня по 11 августа (89 дней). Максимальное суточное число - 150 (1 июля), всего за сезон – 1625 п. з./м<sup>3</sup>;
- астровых – с 13 мая по 13 октября (153 дня). Максимальное суточное число - 98 (7 июня), всего за сезон – 807 п. з./м<sup>3</sup>.

Среди спор грибов по количественному составу преобладали споры 9 таксонов (табл. 4.2.2):

- кладоспориума, суточный максимум – 4485 (17 июня), всего – 45160 с.г./м<sup>3</sup>;
- альтернрии, суточный максимум – 2376 (22 июня), всего – 26476 с.г./м<sup>3</sup>;
- фузариума, суточный максимум – 1387 (15 мая), всего – 14081 с.г./м<sup>3</sup>;

- серпулы, суточный максимум – 401 (17 августа), всего – 3775 с.г./м<sup>3</sup>;
- ботритиса, суточный максимум – 280 (12 августа), всего – 2638 с.г./м<sup>3</sup>;
- устилаго, суточный максимум – 229 (19 июля), всего – 2056 с.г./м<sup>3</sup>;
- гельминтоспориума, суточный максимум – 178 (27 апреля), всего – 1238 с.г./м<sup>3</sup>;
- стемфилиума, суточный максимум – 131 (11 августа), всего – 763 с.г./м<sup>3</sup>;
- дрехслера, суточный максимум – 79 (30 июня), всего – 616 с.г./м<sup>3</sup>.

Последовательность и сроки присутствия таксонов пыльцы и спор в 2016г. с учетом ее максимальных суточных значений и суммарных количеств (с учетом неопределенных таксонов и поврежденных пыльцевых зерен) (рис. 4.2.2):

*Апрель.* Уровень пыльцы в этом месяце незначительный. С 1-й декады на слайдах ловушки регистрировались пыльцевые зерна тополя, ивы. Со 2-й декады апреля начали регистрироваться пыльца березы, дуба, клена, сосны, кипарисовых, лиственницы. В 3-й декаде выпали пыльцевые зерна шиповника, орешника, ели, пихты, единичные зерна ольхи. Всего выпало 7600 п. з./м<sup>3</sup>, что составило 31% от всей пыльцы деревьев. В аэромикологическом спектре с 1-й декады апреля фиксируются споры кладоспориума и альтернарии. Во 2-й декаде появляются единичные споры гельминтоспориума, максимальное количество которого за декаду сезона выпало в 3-й декаде апреля (316 с.г./м<sup>3</sup>). В 3-й декаде определяются споры серпулы. Всего за месяц выпало 1753 с.г./м<sup>3</sup>, что составило 1,8%. Содержание пыльцы растений в воздухе за апрель составило 8,3% от суммарного годового подсчета.

*Май.* С 1-й декады мая начали регистрироваться пыльцевые зерна липы, единичные зерна ореха и вяза. Пылят береза, ива, дуб, тополь, липа, клен, шиповник, орех. В 1-й декаде в воздухе зарегистрировано максимальное число пыльцы сосны. На слайдах этого периода уже определяется пыльца злаковых и астровых (кроме полыни).

Со 2-й декады мая на ленту ловушки начали выпадать зерна буковых, единичные зерна шелковицы. Всего в этом месяце выпало 9096 п. з./м<sup>3</sup> (37%) пыльцы от всей зарегистрированной пыльцы деревьев в спектре. Начинают пылить полынь и маревые. С 3-й декады на лентах обнаруживается пыльца

коноплевых. В это период значительно увеличивается количество пыльцы злаковых. Содержание пыльцы растений в воздухе за май составило 12% от суммарного годового подсчета.

Количество пыльцы лиственных деревьев в 2016г. составило 6031 п. з./м<sup>3</sup> (25%), пыльца хвойных деревьев 18124 п. з./м<sup>3</sup> (75%) спектра. От общего суммарного количества пыльцы растений в 2016г. пыльца деревьев таким образом составляла 26,4% (24155 п. з./м<sup>3</sup>). Таким образом, всего за 2016г. выпало пыльцы деревьев -27%, трав – 73% (рис. 4.2.1, табл. 4.2.3).

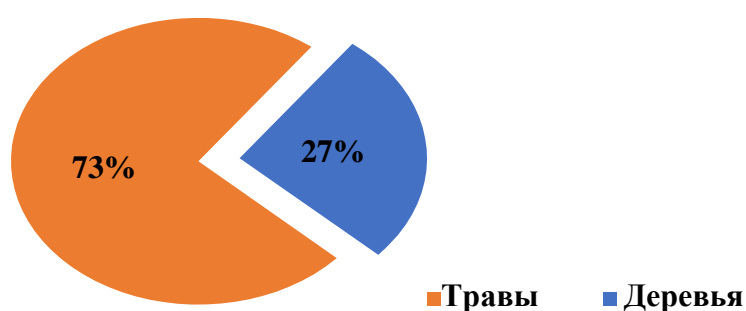


Рисунок 4.2.1 - Общее количество уловленной пыльцы деревьев и трав за 2016г. Споры грибов составляли 10% (10272 с.г./м<sup>3</sup>) от суммарного аэромикологического спектра. Обильно выпадают на ленты ловушки споры кладоспориума и фузариума, который наравне с торулой и авребазидиумом появился в 1-й декаде мая. Менее значимы споры альтернарии, гельминтоспориума, серпулы. Со 2-й декады появляются единичные споры стемфилиума, эпикоккума. Ботритис, устилаго и политринциум начинают определяться с 3-й декады мая.

*Июнь.* В 1-2-й декадах еще наблюдались пыльцевые зерна липы. Все три декады пылят сосна, ель, кипарисовые. В этом месяце выпало 7128 п. з./м<sup>3</sup> (29% от всей пыльцы деревьев). Полыни в 1-й декаде обнаружено незначительное количество. Обильно пылят злаковые, максимальное декадное количество которого за весь сезон выявлено во 2-й декаде июня - 7170 п. з./м<sup>3</sup>. Пылят маревые, коноплевые, астровые. С 1-й декады отмечаются пыльцевые зерна осоковых, зонтичных, а также единичные зерна эфедры и яснотковых. Во 2-й декаде появляются редкие зерна подорожника и крапивных. Пыльцы трав

выпало всего за месяц 14134 п. з./м<sup>3</sup> (21% от всей пыльцы трав). Всего же содержание пыльцы растений в воздухе за июнь составило 23,3% от суммарного годового подсчета.

Таблица 4.2.3. Вариации в содержании пыльцы растений и спор грибов в воздухе г. Каракол подекадно за 2016 г.

Пыльца растений (п. з./м <sup>3</sup> ) и споры грибов (с.г./м <sup>3</sup> )			Декада	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
<b>Деревья</b> <b>20</b> <b>таксонов</b>	24155	26,4 4%	<b>1</b>	14	4531	2956	44	13	-
			<b>2</b>	387	2938	4099	106	4	-
			<b>3</b>	7199	1627	73	174	-	-
<b>Всего</b>				<b>7600</b>	<b>9096</b>	<b>7128</b>	<b>314</b>	<b>17</b>	<b>-</b>
<b>Травы</b> <b>11</b> <b>таксонов</b>	47474	52%	<b>1</b>	-	22	429	2191	8472	250
			<b>2</b>	-	75	530	8808	2921	143
			<b>3</b>	-	146	693	21903	846	45
<b>Всего</b>				<b>-</b>	<b>243</b>	<b>1652</b>	<b>32902</b>	<b>1223</b>	<b>438</b>
<b>Злаки</b>	19325	21,1 %	<b>1</b>	-	21	3904	1131	407	72
			<b>2</b>	-	477	7170	2264	139	59
			<b>3</b>	-	1103	1408	1079	61	30
<b>Всего</b>				<b>-</b>	<b>1601</b>	<b>12482</b>	<b>4474</b>	<b>607</b>	<b>161</b>
<b>Декады</b>				<b>Месяцы</b>					
				<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>	<b>08</b>	<b>09</b>
<b>Споры</b> <b>грибов</b> <b>18</b> <b>таксонов</b>	98541	100 %	<b>1</b>	50	3435	2419	9246	7997	736
			<b>2</b>	129	2567	16724	16709	4842	361
			<b>3</b>	1574	4270	13825	11485	1620	146
<b>Всего</b>				<b>1753</b>	<b>10272</b>	<b>32968</b>	<b>37440</b>	<b>1445</b>	<b>1243</b>
							<b>9</b>		

Значительно увеличивается в июне количество спор грибов в воздухе. Это споры кладоспориума, альтернарии, фузариума. Причем во 2-й декаде выявлено максимальное доминирование спор кладоспориума (количество за декаду – 12266 с.г./м<sup>3</sup>). Впервые в 1-й декаде регистрируются споры пукцинии и сороспориума (присутствовал только в 1-2 декадах июня). Со 2-й декады месяца определяются споры дрехслера, тиллеции. Споры грибов занимали в аэромикологическом режиме 33,4% (32968 с.г./м<sup>3</sup>).

*Июль.* В 1-й декаде июля пылила ель, и все три декады фиксируются пыльцевые зерна сосны и кипарисовых. Количество пыльцы голосеменных древесных растений составило 314 п. з./м<sup>3</sup> (1,3% от всей пыльцы деревьев). Определяются все семейства и роды травянистых растений. Впервые в 1-й декаде зафиксированы пыльцевые зерна бобовых. Абсолютным рекордсменом этого периода является полынь, где в 3-й декаде выявлено максимальное количество за сезон 19301 п. з./м<sup>3</sup>. В этой же декаде уловлено максимальное количество пыльцы коноплевых (1049 п. з./м<sup>3</sup>). Пыльцы трав выпало за месяц 37376 п. з./м<sup>3</sup> (56% от всей пыльцы трав за сезон). Всего же содержание пыльцы растений в воздухе за июнь составило 41,2% от суммарного годового подсчета.

Неуклонно растет уровень спор грибов – 37440 (38%). В аэромикологическом спектре преобладали кладоспориум, альтернария и фузариум. Во всех декадах июля выявлено максимальное количество спор альтернарии за декады сезона – 2-я декада (5122 с.г./м<sup>3</sup>), фузариума – 1-я декада (1867 с.г./м<sup>3</sup>), серпулы – 3-я декада (501 с.г./м<sup>3</sup>), устилаго – 3-я декада (535 с.г./м<sup>3</sup>), стемфилиума – 3-я декада (222 с.г./м<sup>3</sup>), дрехслера – 2-я декада (146 с.г./м<sup>3</sup>), торулы – 3-я декада (143 с.г./м<sup>3</sup>), пукцинии – 3-я декада (71 с.г./м<sup>3</sup>), политринциума – 3-я декада (70 с.г./м<sup>3</sup>), авребазидиума – 2-я декада (71 с.г./м<sup>3</sup>), тиллеции – 2-я декада (38 с.г./м<sup>3</sup>). Впервые в 1-й декаде регистрируются споры курвуларии, в 3-1 декаде месяца – споры фомы.

*Август.* В 1-2 декадах августа регистрировались единичные пыльцевые зерна сосны и кипарисовых. В 1-й декаде идентифицировано максимальное число пыльцы маревых за декаду сезона (1326 п. з./м<sup>3</sup>). Регистрируются в большом количестве пыльцевые зерна полыни, злаковых, в меньшем количестве – пыльца коноплевых, осоковых, астровых, зонтичных. Встречаются единичные зерна бобовых и яснотковых. Всего идентифицировано 12863 п. з./м<sup>3</sup> (14,1%).

Споры грибов также многочисленны - 14459 с.г./м<sup>3</sup> (14,7%). Доминируют споры кладоспориума и альтернарии. Много спор фузариума, серпулы, ботритиса. Встречались споры авребазидиума и курвуларии.



*Сентябрь.* Содержание пылицы в воздухе значительно уменьшилось. В сентябре регистрировалась пыльца представителей семейств маревых и злаковых. Небольшие значения у полыни. Всего идентифицировано 599 п. з./м<sup>3</sup> (0,9%). Споры грибов занимали в аэромикологическом режиме 1,3% (1243 с.г./м<sup>3</sup>). В воздухе содержались споры кладоспориума, альтернарии, серпулы.

*Октябрь.* Уровень пылицы идет на спад, составляя уже 6,8-4,1% (рис. 4.2.2). Всего за месяц определено п. з./м<sup>3</sup>. В воздухе еще содержались споры кладоспориума.

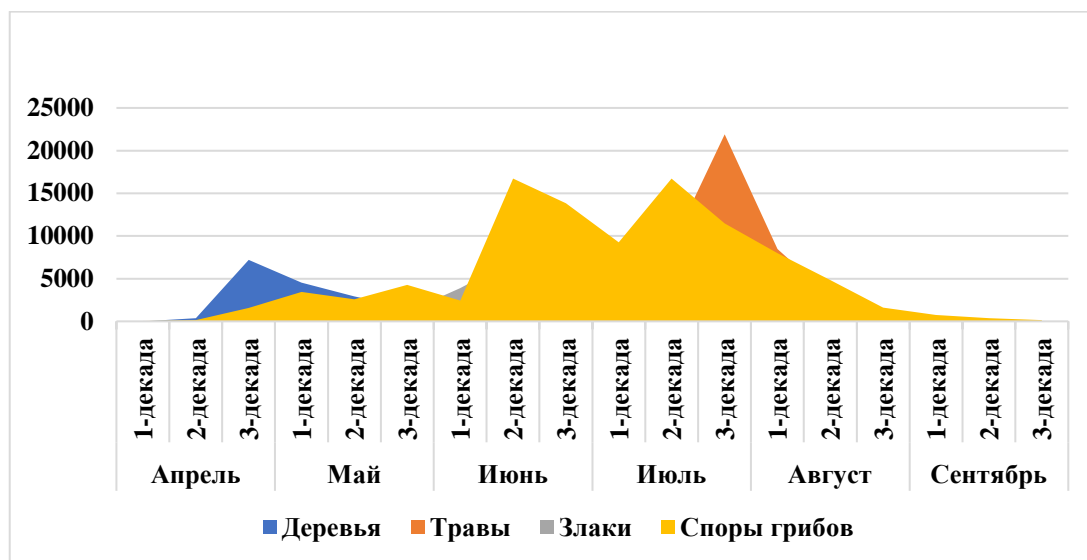


Рисунок 4.2.2 - Содержание пылицы растений и спор грибов подекадно за 2016г.

В 2016 г. лидируют споры грибов кладоспориума и альтернарии, фузариума, серпулы, ботритиса, устилаго (табл. 4.2.2, рис. 4.2.3).

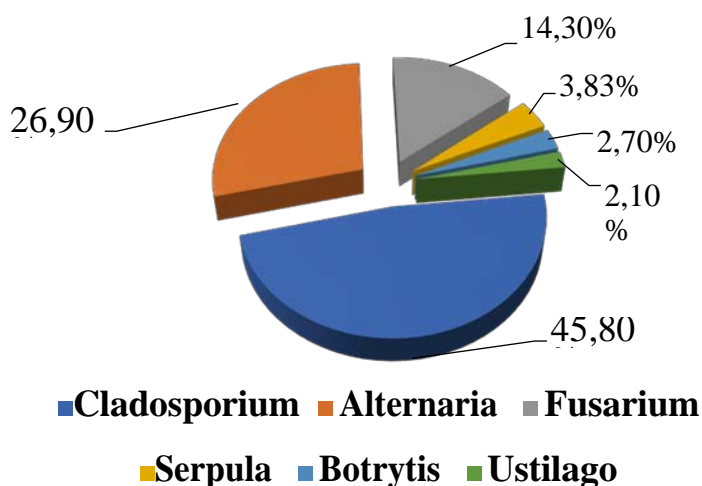


Рисунок 4.2.3 - Лидирующие роды спор грибов за 2016 г.

### 4.3. Концентрация пыльцы растений и спор грибов в 2017 году

В 2017 г. годовой подсчет идентифицированной пыльцы растений составлял 111685 п. з./м<sup>3</sup> (35,3%), а спор – 204565 с.г./м<sup>3</sup> (64,7%) (табл. 4.3.1 и 4.3.2). Сезонные вариации в содержании пыльцы в г. Каракол за 2017 г. отражают следующие значения: абсолютный максимум пыльцы в воздухе наблюдался в июне (20%) и июле (57,5%).

По данным 2017 г., максимальный количественный состав спор грибов был зафиксирован в июне (25,8%) и июле (60%). 2017 г. показал, что в воздухе г. Каракол с третьей декады апреля присутствовала пыльца 28 таксонов растений, 6 из которых доминировали: полынь (*Artemisia*), злаковые (*Poaceae*), коноплевые (*Cannabiaceae*), маревые (*Chenopodiaceae*), сосна (*Pinus*), кипарисовые (*Cupressaceae*), береза (*Betula*), тополь (*Populus*). Остальную часть, включая поврежденную пыльцу, составляли неопределенные таксоны. В воздухе г. Каракол циркулирует пыльца 27 таксонов: 15 таксонов древесно-кустарниковых растений, из них 4 таксона из класса хвойных (*Pinopsida*), 12 таксонов трав, а также 17 таксонов спор грибов, относящихся к классу *Dothideomycetes*, 7 видов грибов классов *Ustilaginomycetes*, *Agaricomycetes*, *Exobasidiomycetes*, *Pucciniomycetes*, *Oomycetes* (табл. 4.3.1 и 4.3.2) [159].

Таблица 4.3.1. Качественный и количественный состав пыльцы растений г. Каракол за 2017 г.

№	Названия таксонов	2017 г.		Максимальное число за декаду
		Всего п. з./м <sup>3</sup>	%	
Пыльца деревьев				
1	Береза ( <i>Betula sp.</i> )	5858	5,2%	4043 (3-я дек. 04)
2	Тополь ( <i>Populus sp.</i> )	3170	3%	2857 (3-я дек. 04)
3	Ореховые ( <i>Juglans sp.</i> )	475	0,4%	219 (1-я дек. 05)
4	Клен ( <i>Acer sp.</i> )	395	0,35%	335 (1-я дек. 05)
5	Дуб ( <i>Quercus sp.</i> )	326	0,3%	226 (2-я дек. 05)
6	Каштан ( <i>Castanea sp.</i> )	181	0,16%	111 (3-я дек. 05)
7	Ясень ( <i>Fraxinus sp.</i> )	106	0,1%	91 (1-я дек. 05)
8	Ива ( <i>Salix sp.</i> )	103	0,1%	58 (3-я дек. 04)

9	Вяз ( <i>Ulmus sp.</i> )	90	0,08%	73 (2-я дек. 05)
10	Липа ( <i>Tilia sp.</i> )	36	0,03%	33 (1-я дек. 05)
11	Гледичия ( <i>Gleditsia sp.</i> )	1	0,001%	1 (2-я дек. 05)
12	Сосна ( <i>Pinus sp.</i> )	14444	13%	8017 (3-я дек. 05)
13	Кипарисовые ( <i>Cupressaceae</i> )	7695	7%	5054 (1-я дек. 05)
14	Ель ( <i>Picea sp.</i> )	715	0,6%	319 (3-я дек. 05)
15	Пихта ( <i>Abies sp.</i> )	1	0,001%	1 (3-я дек. 06)
Всего пыльцы деревьев (15 таксонов)		33596	30,3%	
Пыльца трав				
16	Полынь ( <i>Artemisia sp.</i> )	41482	37,1%	17366 (2-я дек. 07)
17	Злаковые ( <i>Poaceae</i> )	17340	15,5%	7305 (3-я дек. 06)
18	Коноплевые ( <i>Cannabiaceae</i> )	11191	10%	6567 (3-я дек. 08)
19	Маревые ( <i>Chenopodiaceae</i> )	4626	4,6%	1121 (2-я дек. 07)
20	Астровые ( <i>Asteraceae</i> )	630	0,56%	157 (3-я дек. 06)
21	Осоковые ( <i>Superaceae</i> )	476	0,4%	225 (2-я дек. 07)
22	Бобовые ( <i>Fabaceae</i> )	459	0,4%	243 (3-я дек. 06)
23	Зонтичные ( <i>Apiaceae</i> )	341	0,3%	92 (1-я дек. 07)
24	Гречишные ( <i>Polygonaceae</i> )	129	0,1%	52 (3-я дек. 06)
25	Эфедра ( <i>Ephedra L.</i> ) (Хвойниковые, <i>Ephedraceae</i> )	52	0,05%	21 (2-я дек. 07)
26	Подорожник ( <i>Plantago sp.</i> )	49	0,04%	23 (1-я дек. 07)
27	Яснотковые ( <i>Lamiaceae</i> )	3	0,002%	2 (3-я дек. 07)
Всего пыльцы трав (12 таксонов)		77323	69%	
28	Неопределенные таксоны	523	0,5%	
29	Поврежденные п. з.	243	0,2%	
Всего		111685	100%	

Таблица 4.3.2. Качественный и количественный состав спор грибов г. Каракол за 2017 г. п. з./м<sup>3</sup>, а спор – с.г./м<sup>3</sup>

№	Наименование таксонов	2017 г.		Максимальное число за декаду
		Всего	%	

		с.г./м <sup>3</sup>		
1	Кладоспориум ( <i>Cladosporium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	132676	65%	60338 (2-я дек.07)
2	Фузариум ( <i>Fusarium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	36501	17,8%	22570 (3-я дек.06)
3	Альтернария ( <i>Alternaria</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	22065	10,7%	6411 (1-я дек.07)
4	Устилаго ( <i>Ustilago</i> , <i>Ustilaginomycetes</i> )	4268	2,08%	2229 (2-я дек.07)
5	Сороспориум ( <i>Sorosporium</i> , <i>Ustilaginomycetes</i> )	2697	1,3%	595 (1-я дек.09)
6	Авреобазидиум ( <i>Aureobasidium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	1026	0,5%	232 (2-я дек.07)
7	Ботритис ( <i>Botrytis</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	980	0,48%	597 (3-я дек.06)
8	Серпула (Домовый гриб) ( <i>Serpula</i> , <i>Agaricomycetes</i> )	877	0,43%	168 (1-я дек.07)
9	Пиренофора ( <i>Pyrenophora</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	507	0,25%	294 (2-я дек.08)
10	Гельминтоспориум ( <i>Helminthosporium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	394	0,2%	130 (2-я дек.07)
11	Эпикокум ( <i>Epicoccum</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	327	0,16%	75 (1-я дек.07)
12	Тиллеция (Вонючая головня) ( <i>Tilletia</i> , <i>Exobasidiomycetes</i> )	275	0,13%	86 (3-я дек.07)
13	Пукциния (Ржавчинный гриб) ( <i>Puccinia</i> , <i>Pucciniomycetes</i> )	251	0,12%	59 (1-я дек.09)
14	Торула ( <i>Torula</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	228	0,11%	34 (3-я дек.06)
15	Дрехслера ( <i>Drechslera</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	193	0,09%	29 (1-2-я дек.07)
16	Стемфилиум ( <i>Stemphylium</i> , <i>Dothideomycetes</i> )	191	0,09%	51 (2-я дек.07)
17	Курвулария	80	0,04%	16 (1-я дек.08)

	<i>(Curvularia, Dothideomycetes)</i>			
18	Политринциум <i>(Polythrincium, Dothideomycetes)</i>	34	0,02%	7 (1-я дек.07, 1-я дек.08)
19	Уроцистис <i>(Urocystis, Ustilaginomycetes)</i>	33	0,02%	24 (2-я дек.07)
20	Дидимелла <i>(Didymella, Dothideomycetes)</i>	14	0,007 %	9 (3-я дек.06)
21	Диплодия <i>(Diplodia, Dothideomycetes)</i>	12	0,006 %	12 (2-я дек. 07)
22	Фитофтора <i>(Phytophthora, Oomycetes)</i>	6	0,003 %	6 (2-я дек. 08)
23	Пирикулария <i>(Piricularia, Dothideomycetes)</i>	3	0,001 %	3 (2-я дек. 08)
24	Фома <i>(Phoma, Dothideomycetes)</i>	2	0,001 %	2 (3-я дек. 06)
Всего спор грибов (24 таксона)		203640	99,55%	
25	Неопределенные таксоны	925	0,45%	
Всего		204565	100%	

В 2017 году в воздухе г. Каракол присутствовала пыльца следующих таксонов:

- березы - с 13 апреля по 23 мая (41 день). Максимальное суточное число – 1891 (25 апреля), всего за сезон – 5858 п. з./м<sup>3</sup>;
- тополя – с 9 апреля по 4 мая (26 дней). Максимальное суточное число – 1240 (23 апреля), всего за сезон – 3170 п. з./м<sup>3</sup>;
- сосны – с 3 мая по 10 сентября (130 дней). Максимальное суточное число – 2413 (30 мая), всего за сезон – 14444 п. з./м<sup>3</sup>;
- ореховых – с 22 апреля по 23 мая (32 дня). Максимальное суточное число – 93 (14 мая), всего за сезон – 475 п. з./м<sup>3</sup>;
- кипарисовых – с 21 апреля по 18 июня (59 дней). Максимальное суточное число – 4524 (10 мая), всего за сезон – 7695 п. з./м<sup>3</sup>;
- полыни – с 10 мая по 25 октября (154 дня). Максимальное суточное число – 3340 (17 июля), всего за сезон – 41482 п. з./м<sup>3</sup>;

- злаковых – с 5 мая по 19 октября (167 дней). Максимальное суточное число – 2115 (28 июня), всего за сезон – 17340 п. з./м<sup>3</sup>;
- коноплевых – с 30 мая по 15 сентября (109 дней). Максимальное суточное число – 1380 (14 июля), всего за сезон – 11191 п. з./м<sup>3</sup>;
- маревых – с 17 мая по 3 октября (144 дня). Максимальное суточное число – 535 (25 августа), всего за сезон – 5171 п. з./м<sup>3</sup>;
- астровых – с 25 мая по 18 сентября (116 дней). Максимальное суточное число - 109 (21 июня), всего за сезон – 630 п. з./м<sup>3</sup>.

Среди спор грибов по количественному составу преобладали споры (табл. 4.3.2):

- кладоспориума, суточный максимум – 12386 (30 июня), всего – 132676 с.г./м<sup>3</sup>;
- фузариума, суточный максимум – 18036 (30 июня), всего – 36501 с.г./м<sup>3</sup>;
- альтернрии, суточный максимум – 1863 (9 июля), всего – 22065 с.г./м<sup>3</sup>;
- устилаго, суточный максимум – 365 (12 июля), всего – 4268 с.г./м<sup>3</sup>;
- сороспориума, суточный максимум – 216 (8 сентября), всего – 2697 с.г./м<sup>3</sup>;
- авребазидиума, суточный максимум – 197 (6 июля), всего – 1026 с.г./м<sup>3</sup>;
- ботритиса, суточный максимум – 239 (28 июня), всего – 980 с.г./м<sup>3</sup>;
- серпулы, суточный максимум – 58 (8 мая), всего – 877 с.г./м<sup>3</sup>.

Последовательность и сроки присутствия таксонов пыльцы и спор в 2017г. с учетом ее максимальных суточных значений и суммарных количеств (с учетом неопределенных таксонов и поврежденных пыльцевых зерен) (рис. 4.3.2):

*Апрель.* С 1-й декады на слайдах ловушки регистрировались пыльцевые зерна березы и тополя, уровень которых увеличивается во 2-й декаде апреля и достигает максимального значения в 3-й декаде месяца. Тополь пылит до 2-й декады мая. В 3-й декаде мая отмечено убывание пыльцы березы. С 3-й декады апреля появляются пыльцевые зерна ореховых, клена, дуба, ясеня, ивы, вяза, липы, единичные зерна ели и сосны. В этот период месяца отмечена высокая концентрация пыльцы кипарисовых (1263 п. з./м<sup>3</sup>). Всего выпало 9384 п. з./м<sup>3</sup>, что составило 28% от всей пыльцы деревьев. В 3-й декаде месяца отмечены

единичные зерна астровых, бобовых, подорожника. Содержание пыльцы растений в воздухе за апрель составило 0,006% от суммарного годового подсчета.

В аэромикологическом спектре с 1-й декады апреля обнаруживаются споры кладоспориума и альтернарии. С 3-й декады определяются споры фузариума, устилаго, сороспориума, авребазидиума, серпулы, эпикоккума, торулы, а также единичные споры тиллеции, дрехслера. Всего за месяц выпало 499 с.г./м<sup>3</sup>, что составило 0,24% от суммарного годового подсчета.

*Май.* В 1-й декаде мая пылят береза, ореховые, ива, дуб, тополь, липа, клен, ясень, вяз. В этот период увеличивается количество пыльцы хвойных: пылит сосна, а пыльцы кипарисовых выпадает максимальное количество за сезон – 5054 п. з./м<sup>3</sup>. Определяются пыльцевые зерна злаковых, астровых, бобовых, единичные зерна подорожника. Со 2-й декады обнаруживаются пыльцевые зерна каштана. Продолжает регистрироваться пыльца березы, ореховых, дуба, клена, вяза. Обнаружены единичные зерна гледичии и ели. Отмечен рост концентрации пыльцы сосны и убывание концентрации пыльцы кипарисовых. Начинают регистрироваться полынь и единичные зерна маревых, осоковых, эфедры. В 3-й декаде в воздухе зарегистрировано максимальное число пыльцы сосны за сезон - 8017 п. з./м<sup>3</sup>. Пыльцевые зерна кипарисовых и ели появляются регулярно. Пылят ореховые и каштан. Отмечены единичные зерна березы. Регистрируются пыльцевые зерна полыни, злаковых, маревых, эфедры, подорожника. Увеличивается концентрация пыльцы астровых и бобовых. Впервые появляются амарантовые и отдельные зерна коноплевых.

Всего в этом месяце выпало 21581 п. з./м<sup>3</sup> (64%) деревьев от всей зарегистрированной пыльцы деревьев в спектре. Количество пыльцы лиственных деревьев в 2017 г. составило 10741 п. з./м<sup>3</sup> (32%), пыльца хвойных деревьев 22855 п. з./м<sup>3</sup> (68%) спектра. Всего за 2017г. выпало пыльцы деревьев - 30,3%, трав – 69% (рис. 4.3.1, табл. 4.3.3).

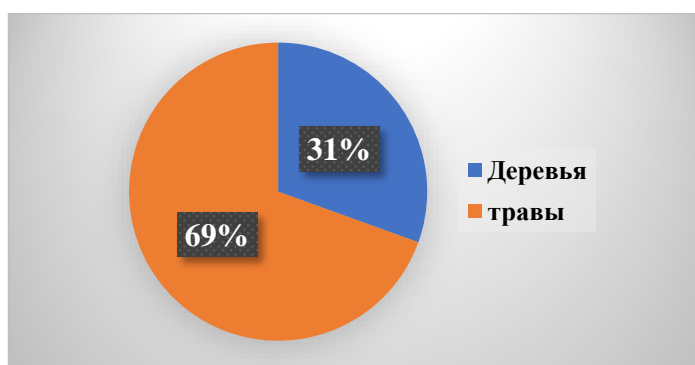


Рисунок 4.3.1 - Общее количество уловленной пылицы деревьев и трав за 2017 г.

Таблица 4.3.3. Вариации в содержании пылицы растений и спор грибов в воздухе г. Каракол подекадно за 2017 г.

Пыльца растений (п. з./м <sup>3</sup> ) и споры грибов (с.г./м <sup>3</sup> )			Декада	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
<b>Деревья 15 таксонов</b>	<b>33596</b>	<b>30,3 %</b>	<b>1</b>	45	7051	1924	72	-	6
			<b>2</b>	1021	5987	468	26	1	-
			<b>3</b>	8318	8543	112	19	2	-
<b>Всего</b>				<b>9384</b>	<b>21581</b>	<b>2504</b>	<b>117</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>Травы 11 таксонов</b>	<b>77323</b>	<b>53,5 %</b>	<b>1</b>	0	12	717	4440	3503	3321
			<b>2</b>	0	48	631	24440	3641	2571
			<b>3</b>	5	492	1957	11298	2498	386
<b>Всего</b>				<b>5</b>	<b>552</b>	<b>3305</b>	<b>40178</b>	<b>9642</b>	<b>6278</b>
<b>Злаки</b>	<b>17340</b>	<b>15,5 %</b>	<b>1</b>	0	50	3171	2027	160	62
			<b>2</b>	0	243	1534	1690	82	53
			<b>3</b>	0	346	7305	562	28	27
<b>Всего</b>				<b>0</b>	<b>639</b>	<b>12010</b>	<b>4279</b>	<b>270</b>	<b>142</b>
<b>Споры грибов 24 таксона</b>	<b>203640</b>	<b>100 %</b>	<b>1</b>	95	713	7193	34478	7349	3274
			<b>2</b>	139	713	1384	76490	8563	2041
			<b>3</b>	265	2469	44185	11920	6365	673
<b>Всего</b>				<b>499</b>	<b>3895</b>	<b>52762</b>	<b>122888</b>	<b>22277</b>	<b>5988</b>

Споры грибов составляли 1,9% (3895 с.г./м<sup>3</sup>) от суммарного аэромикологического спектра. В 1-й декаде мая фиксируются кладоспориума, фузариума, альтернария, устилаго, сороспориума, авребазидиума, серпула. Отмечены единичные споры ботритиса, гельминтоспориума, торулы, дрехслера.



Во 2-й декаде исчезают споры ботритиса. Остальные таксоны регистрируются практически в тех же концентрациях. В 3-й декаде мая отмечены отдельные споры тиллеции и курвуларии.

*Июнь.* В 1-й декаде еще наблюдались пыльцевые зерна каштана. Высока концентрация пыльцы сосны, которая уменьшается ко 2-й декаде месяца. Уменьшилось количество пыльцы кипарисовых. В 3-й декаде идентифицировано пыльцевое зерно пихты. Все три декады пылят сосна, ель, кипарисовые. В этом месяце выпало 2505 п. з./м<sup>3</sup> (7,4% от всей пыльцы деревьев). В 1-декаде обнаружены средние концентрации пыльцы полыни, маревых, амарантовых, осоковых, бобовых, подорожника. Значительно увеличивается количество пыльцы злаковых. Отмечены отдельные пыльцевые зерна коноплевых, эфедры. Во 2-й декаде пылят вышеперечисленные таксоны. В 3-й декаде июня выявлено максимальное декадное количество за сезон злаковых - 7305 п. з./м<sup>3</sup>. В этот период впервые регистрируются пыльцевые зерна зонтичных и гречишных. И в этой же декаде заканчивают пылить осоковые, эфедра и подорожник. Пыльцы трав выпало всего за месяц 15315 п. з./м<sup>3</sup> (20% от всей пыльцы трав). Всего же содержание пыльцы растений в воздухе за июнь составило 16% от суммарного годового подсчета.

Во всех декадах июня отмечены высокие концентрации спор кладоспориума, альтернарии, фузариума. В 3-й декаде отмечено максимальное декадное количество спор фузариума за сезон - 22570 с.г./м<sup>3</sup>. Стабильно фиксируются во всех декадах месяца споры устилаго, сороспориума, авребазидиума, гельминтоспориума, торулы, дрехслера. 3-я декада: вновь появляются ботритис и эпикоккум, впервые регистрируются пиренофора, пукциния, стемфилиум, политринциум, дидимелла, фома. С перерывами в декадах выпадают споры тиллеции и курвуларии. Споры грибов занимали в аэромикологическом режиме 25,8% (52762 с.г./м<sup>3</sup>).

*Июль.* Все три декады месяца пылили сосна, ель, кипарисовые. Количество пыльцы голосеменных древесных растений составило 117 п. з./м<sup>3</sup> (0,3% от всей пыльцы деревьев).

Определяются во всех трех декадах месяца пыльцевые зерна полыни злаковых, коноплевых, маревых, астровых, бобовых, зонтичных, гречишных. Впервые во 2-3-й декадах зафиксированы пыльцевые зерна яснотковых. Абсолютным рекордсменом 2-й декады месяца является полынь, где выявлено максимальное количество за сезон 17366 п. з./м<sup>3</sup>. В этой декаде зарегистрировано максимальное количество пыльцы коноплевых (6567 п. з./м<sup>3</sup>). За июль пыльцы трав выпало 44457 п. з./м<sup>3</sup> (57,5% от всей пыльцы трав за сезон). Всего же содержание пыльцы растений в воздухе за июль составило 40% от суммарного годового подсчета.

В этом месяце наблюдались высокие концентрации спор грибов – 122888 с.г./м<sup>3</sup> (60%). В спектре преобладали кладоспориум, альтернария и фузариум. В 1-й декаде зафиксировано максимальное количество спор альтернарии за декады сезона – 6411 с.г./м<sup>3</sup>. Во 2-й декаде июля выявлены максимальное количество спор кладоспориума за декады сезона – 60338 с.г./м<sup>3</sup>, устилаго - 2229 с.г./м<sup>3</sup>. 1-2 декады определялись споры сороспориума и дидимеллы. Стабильно все три декады отмечаются споры авребазидиума, ботритиса, серпулы, пиренофоры, гельминтоспориума, эпикоккума, тиллеции, небольшие значения пукцинии, торулы, дрехслера, стемфилиума, курвуларии, политринциума, уроцистиса. Впервые, только во 2-й декаде обнаружены споры диплодии.

*Август.* В 3 декаде августа зафиксированы единичные пыльцевые зерна сосны, во 2-й декаде пыльцевые зерна ели. Все три декады месяца фиксируется пыльца полыни, злаковых, маревых, астровых, отдельные пыльцевые зерна зонтичных. В 3-й декаде идентифицировано максимальное число пыльцы маревых за декады сезона (1121 п. з./м<sup>3</sup>). Всего идентифицировано 9912 п. з./м<sup>3</sup> (13%). Аэромикологический спектр за август месяц составлял 11% (22277 с.г./м<sup>3</sup>). Три декады определяются споры кладоспориума, альтернарии, фузариума, устилаго, авребазидиума, ботритиса, серпулы, пиренофоры, гельминтоспориума, небольшие значения эпикоккума, тиллеции, пукцинии, торулы, дрехслера, стемфилиума, курвуларии, политринциума. Во 2-й декаде месяца впервые зафиксированы отдельные споры фитофторы и пирикулярии.

*Сентябрь.* В 1-й декаде отмечены отдельные пыльцевые зерна сосны. Три декады пылят полынь, злаковые, маревые. В 1-2 декадах определяются зонтичные. После долгого перерыва опять зафиксированы единичные пыльцевые зерна эфедры во 2-й декаде, и подорожника – в 1-й декаде месяца. Всего идентифицировано 6420 п. з./м<sup>3</sup> (8,3%).

Споры грибов занимали в аэромикологическом режиме 2,9% (5988 с.г./м<sup>3</sup>). Во всех трех декадах месяца в воздухе содержались споры кладоспориума, альтернарии, небольшие значения тиллеции. В 3-й декаде уже не фиксировались споры многих таксонов.

*Октябрь.* В октябре отмечены единичные зерна полыни, злаковых, маревых. Небольшие значения спор кладоспориума и альтернарии обнаруживаются еще две декады.

В 2017 г. лидируют споры грибов кладоспориума, фузариума, альтернарии, устилаго, сороспориума, авребазидиума (см. таб. 4.3.2, рис. 4.3.2).

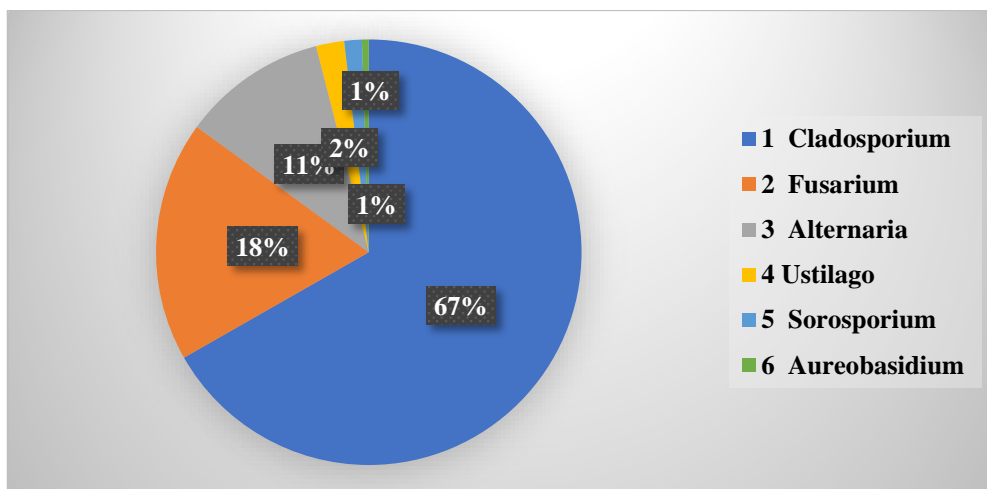


Рисунок 4.3.2 - Лидирующие роды спор грибов за 2017 г.

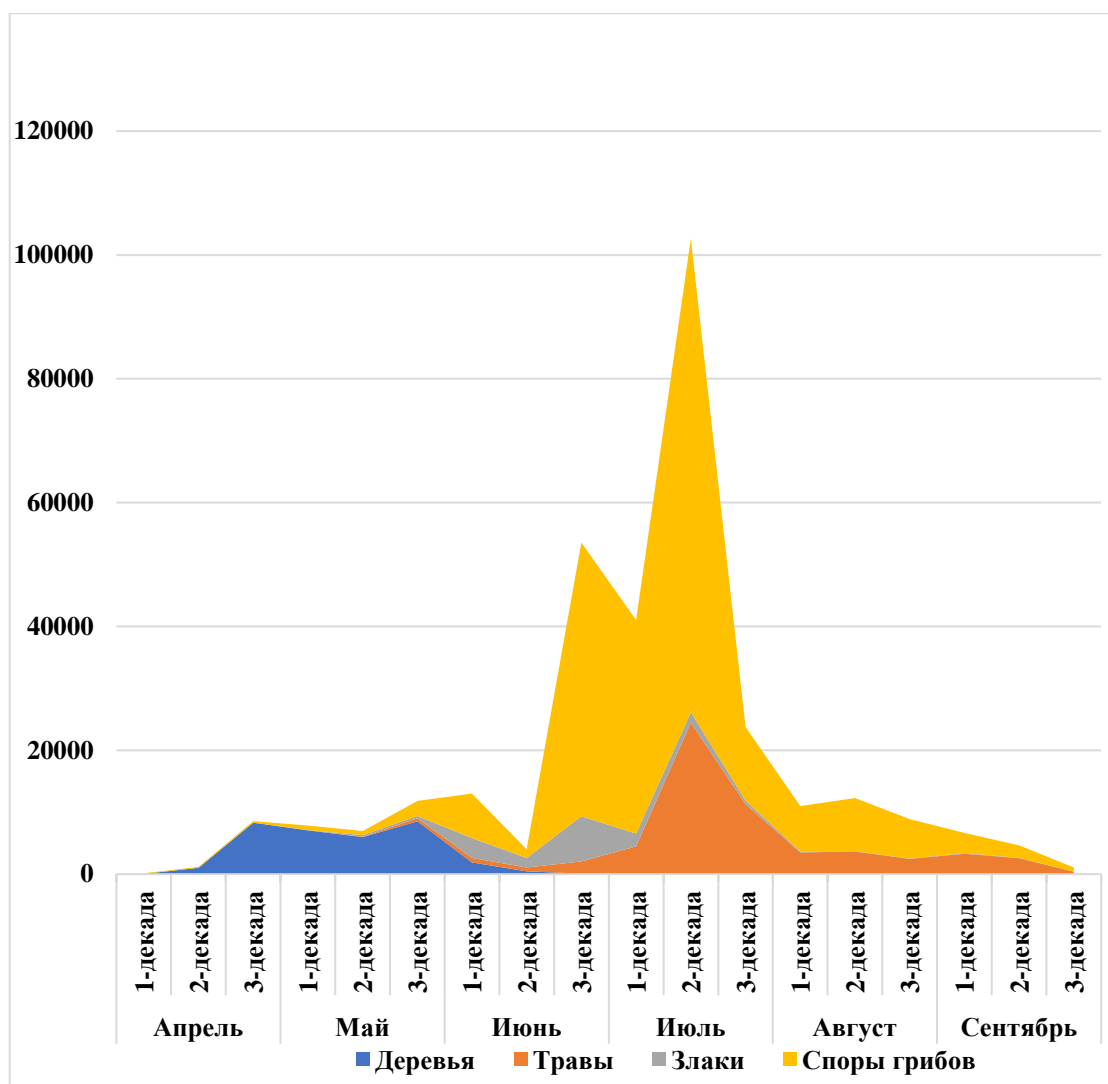


Рисунок 4.3.3 - Содержание пыльцы растений и спор грибов подекадно за 2017г.

**Заключение.** В течение трех сезонов наблюдения (2015-2017 гг.) в воздухе г. Каракол присутствовала пыльца 35 таксонов растений: из них 20 таксонов древесно-кустарниковых растений (5 таксонов класса хвойных (*Pinopsida*)), 15 таксонов трав); 7 таксонов растений доминировали: полынь (*Artemisia sp.*), маревые (*Chenopodiaceae*), злаковые (*Poaceae*), коноплевые (*Cannabiaceae*), астровые (*Asteraceae*), сосна (*Pinus sp.*), кипарисовые (*Cupressaceae*), ель (*Picea sp.*). Пыльца сосны преобладала по количеству над пылью ели. Это связано с биологическими особенностями пыльцы этих растений. Пыльцевые зерна сосновых крупные, часто превышающие 100 мкм, с двумя большими воздушными мешками, формирующимися в результате расхождения слоев оболочки пыльцевого зерна. Воздушные мешки существенно увеличивают время

оседания пыльцевого зерна и способствуют его горизонтальному переносу. Именно поэтому пыльцевые зерна хвойных легко переносятся токами воздуха и встречаются в составе пыльцевого спектра длительное время.

Морфология пыльцевых зерен и обильная продукция сосны наиболее благоприятствуют ее рассеиванию и дальней транспортировке по воздуху. Пыльцевые зерна сосны могут легко пониматься даже слабыми потоками воздуха [45]. По своему строению пыльца сосны, как много раз уже отмечалось, является природным парашютом, по обеим сторонам пыльцевого зерна расположены два полых мешка, которые напоминают крылья. Хотя и другие хвойные (ель, пихта, кедр) также имеют воздушные мешки, но эти приспособления не переносят пыльцу их так далеко, потому что она более крупная и тяжелая. Это объясняется не только ее хорошей летучестью по воздуху, но и лучшей степенью сохранности по сравнению с другими древесными породами [383]. 26-летнее исследование в Атланте показало, что были обнаружены признаки ассоциации между пыльцой сосны и количеством больных астмой, что подтверждают другие работы, ставящие под сомнение исторически сложившееся представление о неаллергенности сосновых пород [370].

Помимо скорости и направления ветра на рассеивание пыльцевых зерен в воздухе значительное влияние оказывают осадки, влажность и температура воздуха, солнечный свет [235].

Полынь, злаковые, маревые, коноплевые – абсолютные лидеры всех исследуемых годов. Остальную часть, включая поврежденную пыльцу, составляли единичные пыльцевые зерна деревьев и трав различных таксонов и неопределенных таксонов. В 2016 г. на пятом месте выделились осоковые. Аэриобиологический спектр г. Каракол включал две спорово-пыльцевые волны: весенне-летняя спорово-пыльцевая волна (апрель – июнь) и летне-осенняя спорово-пыльцевая волна (июль – октябрь). Летне-осенняя волна пыления была наиболее мощная и продолжительная и обусловлена прежде всего цветением полыни (*Artemisia*), маревых (*Chenopodiaceae*), злаковых (*Poaceae*).

За период исследования на ленты ловушки выпало спор 24 видов грибов (8 классов, 18 семейств, 3 отделов (*Ascomycota* - 17, *Basidiomycota* - 6, *Oomycota* - 1)). Следует отметить, что в определенные дни выпадало сразу очень много таксонов спор грибов, включая тандем спор - *Alternaria* и *Cladosporium*. Например, 14, 20, 24 июля 2016 г. выпало по 14 таксонов спор; 21 июня 2017 г. – 18 таксонов спор; весь июль 2017 г. выпадало по 14-15 таксонов спор грибов. *Alternaria* и *Cladosporium* регистрировались весь сезон в годы наблюдения. На слайдах отмечен еще один тандем спор: где выпадало большое количество спор *Fusarium*, всегда встречается *Aureobasidium*. Но при этом отмечаются единичные споры *Alternaria*. Если споры *Fusarium* единичные или вообще отсутствуют, споры *Aureobasidium* отсутствуют. Это позволяет сделать вывод, что *Fusarium* и *Aureobasidium* - сопутствующие друг другу таксоны спор грибов [152]. Имеются исследования, где *Aureobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud использовали как антагонист на развитие фузариозной головни на озимой пшенице и заражение зерен грибами родов *Fusarium*, *Acremonium*, *Cladosporium* и *Penicillium*. Клетки *A. pullulans* прочно прилипали к гифам *Fusarium culmorum* и повреждали их, т. е. высокая плотность популяции *A. pullulans* на зернах пшеницы защищала их от инфекции, вызванной *F. culmorum* [414].

Несмотря на относительное постоянство присутствия главных таксонов спор грибов для данного региона - *Cladosporium* и *Alternaria* (спорообразование у альтернэрии и кладоспориума происходит с марта, когда еще лежит снег, до глубокой осени), каждый сезон времени исследования отличался. Изменялась продуктивность отдельных таксонов, которая была обусловлена, в первую очередь, климатическими и метеорологическими условиями.

**2015 год.** Годовой подсчет идентифицированной пыльцы составлял в 2015 г. 45,6%, а спор – 54,4%, максимальный количественный уровень пыльцы в воздухе наблюдался в июле - 54,4% и августе - 37% , максимальный уровень спор грибов зафиксирован в июле - 76,4% (табл. 4.3.4). В 2015 г. в воздухе присутствовала пыльца 24 таксонов растений и 10 таксонов спор грибов (табл. 4.3.5).

Таблица 4.3.4. Содержание в воздухе г. Каракола пыльцы растений и спор грибов, пыльцы деревьев и трав, пыльцы лиственных и хвойных деревьев за период наблюдения

Пыльца/споры	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Пыльца <sup>1</sup>	45,6	48,1	35,3
Споры <sup>1</sup>	54,4	51,9	64,7
Пыльца деревьев <sup>2</sup>	2,5	27	30,3
Пыльца трав <sup>2</sup>	97,5	73	69
Пыльца лиственных деревьев <sup>3</sup>	35	25	32
Пыльца хвойных деревьев <sup>3</sup>	65	75	68
<b>Примечание.</b> 1 - % от всей массы биочастиц за сезон; 2 - % от всей массы пыльцы растений за сезон; 3 - % от всей массы пыльцы деревьев за сезон.			

Таблица 4.3.5. Сравнительные данные по количеству таксонов и пыльцы растений и спор грибов по годам исследования

№		Годы исследования					
		2015 г.		2016 г.		2017 г.	
1	Деревья	14 таксонов		20 таксонов		15 таксонов	
		2186 п. з./см <sup>2</sup>	2,5%	24155 п. з./см <sup>2</sup>	26,44%	33596 п. з./см <sup>2</sup>	30,3%
2	Травы	10 таксонов		12 таксонов		12 таксонов	
		76440 п. з./см <sup>2</sup>	89,1%	47474 п. з./см <sup>2</sup>	52%	77323 п. з./см <sup>2</sup>	69%
3	Злаки	6585 п. з./см <sup>2</sup>	7,7%	19325 п. з./см <sup>2</sup>	21,1%	17340 п. з./см <sup>2</sup>	15,5%
4	Споры грибов	10 таксонов		18 таксонов		24 таксона	
		102207 с. г./см <sup>2</sup>	100%	98541 с. г./см <sup>2</sup>	100%	204565 с. г./см <sup>2</sup>	100%
Пыльца				Споры			
45,6%				54,4%			

Основной пылевой спектр в этом году был представлен за счет пыльцы трав - 97,5%. Пыльцы полыни на ленты ловушки выпало самое большое количество - 66,8% от всей уловленной пыльцы растений. Пыльца деревьев составляла всего 2,5% (табл. 4.1.1, рис. 4.1.1). Количественный состав пыльцы

лиственных деревьев в 2015г. составлял 35%, по сравнению с данными хвойных деревьев 65% (табл. 4.3.4).

В ходе исследования было зарегистрировано в 2015 г. 102153 с.г./м<sup>3</sup>, относящихся к 9 таксонам. К доминирующим относились 74,4% *Cladosporium*, 21% *Alternaria*, 3,2% *Fusarium*. Остальные в сезонной картине распределения спор представлены: 0,6% *Ustilago*, 0,6% *Helminthosporium*, 0,13% *Stemphyllium*. Доля *Torula*, *Epicoccum*, *Aureobasidium* составила 0,08%-0,008%.

**2016 год.** В 2016 г. годовой подсчет идентифицированной пыльцы растений составлял - 48,1%, а спор – 51,9% (табл. 4.1.3.3). Абсолютный максимум пыльцы в воздухе наблюдался в июне - 23% и июле - 41%, максимальный количественный уровень спор грибов был зафиксирован в июне - 33,4% и июле - 38% (рис. 4.2.2). В воздухе присутствовала пыльца 32 таксонов растений и 18 таксонов спор грибов (табл. 4.2.1). Всего за 2016 г. выпало пыльцы деревьев -27%, трав - 73% (табл. 4.2.3, рис. 4.2.1). Количество пыльцы лиственных деревьев составило - 25%, пыльца хвойных деревьев составляла 75% спектра (табл. 4.3.4).

При изучении количественного и таксономического состава аэроспор в 2016 г. идентифицировано 18 видов (всего за сезон выпало 98541 с.г./м<sup>3</sup>): 45,8% *Cladosporium*, 26,9% *Alternaria*, 14,3% *Fusarium*, 3,83% *Serpula*, 2,7% *Botrytis*, 2,1% *Ustilago*, 1,25% *Helminthosporium*, 0,77% *Stemphyllium*, 0,6% *Drechslera*, 0,4% *Torula*, 0,2% *Puccinia*, 0,2% *Epicoccum*, 0,17% *Polythrincium*, 0,17% *Aureobasidium*, 0,1% *Curvularia*. Доля *Tilletia*, *Sorosporium*, *Phoma* составила 0,08%-0,001%.

**2017 год.** В 2017 г. пыльцы растений идентифицировано 35,3%, а спор - 64,7% (табл. 4.3.5). Абсолютный максимум пыльцы в воздухе наблюдался в июне - 20% и июле - 57,5%. Максимальный количественный уровень спор грибов был зафиксирован в июне - 25,8% и июле - 60% (рис. 4.3.3). В воздухе присутствовала пыльца 27 таксонов растений и 24 таксонов спор грибов (табл. 4.3.1 и 4.3.2). Всего за 2017 г. выпало пыльцы деревьев -30,3%, трав – 69% (табл.



4.3.3, рис. 4.3.1). Количество пыльцы лиственных деревьев составило - 32%, пыльца хвойных деревьев составляла 68% спектра (табл. 4.3.4).

Таксономический и количественный состав аэроспор в 2017 г. показал 24 вида (всего за сезон выпало 204565 с.г./м<sup>3</sup>): 65% *Cladosporium*, 17,8% *Fusarium*, 10,7% *Alternaria*, 2,08% *Ustilago*, 1,3% *Sorosporium*, 0,5% *Aureobasidium*, 0,48% *Botrytis*, 0,43% *Serpula*, 0,25% *Pyrenophora*, 0,2% *Helminthosporium*, 0,16% *Epicoccum*, 0,13% *Tilletia*, 0,12% *Puccinia*, 0,11% *Torula*. Величины другой части спор грибов – *Urocystis*, *Polythrincium*, *Curvularia*, *Stemphylium*, *Drechslera* были в пределах 0,02%-0,09%. Доля *Phoma*, *Piricularia*, *Phytophthora*, *Diplodia*, *Didymella* составила 0,001%-0,007%.

## **ГЛАВА V. ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ПЫЛЬЦЫ РАСТЕНИЙ И СПОР ГРИБОВ В ВОЗДУХЕ**

### **5.1. Метеорологические факторы и аэриобиологический спектр**

Почти во всех регионах Центральной Азии наблюдается тенденция к повышению температуры. Очевидно, что изменение климата может повлиять на количество и качество водных ресурсов и их сезонную динамику, сельское хозяйство и здоровье человека. Помимо потепления происходит также разбалансировка всех геосистем на планете, которая проявляется в росте числа и силы всех опасных гидрометеорологических явлений: наводнений и засух, волн жары и резких заморозков, шквальных ветров, сильных снегопадов и т. п. Прогнозируется изменение средней глобальной температуры в XXI веке на 1-6°C. В худшем случае рост средней температуры составит 6°C, а в отдельных местах – до 10-15°C, что означает кардинальное изменение климата и многократное увеличение частоты и силы неблагоприятных погодных явлений [142].

Следует отметить, что скорость изменения температуры в Кыргызстане имеет нелинейный характер и в последние десятилетия существенно увеличилась. Если за весь период наблюдений скорость роста среднегодовой температуры составляла по республике 0,0104°C/год, то за период 1960-2010 гг. скорость возросла более чем вдвое и составила 0,0248°C/год, а за период 1990-2010 гг. скорость уже составила 0,0701°C/год. Возрастание среднегодовой температуры наблюдается во всех климатических зонах и регионах республики [76].

#### **5.1.1. Метеорологические факторы и пыльца растений**

Географическое положение и климат местности могут влиять на время и количество выброса пыльцы, а также на растительный покров и его пространственное распределение относительно жилых районов [370]. Тем не менее, часто обнаруживается пыльца таксонов, не характерных для местной или региональной растительности, что свидетельствует о ее переносе на большие

расстояния [308]. Поскольку фенология цветения сильно зависит от температуры, ожидается, что изменение климата изменит характер распределения пыльцы и ее количество, что может повлиять на случаи респираторной аллергии [355]. Однако реальный уровень повышенного риска аллергии трудно предсказать из-за особенностей физиологии и экологии растений, обусловленных комплексным воздействием планетарных изменений окружающей среды, включая температуру воздуха, количество осадков, почву и изменение периода цветения и сезонов пыльцепродукции [362]. Традиционно говоря о сезонной аллергии все имеют ввиду аллергию к пыльце ветроопыляемых растений. Однако, сезонные проявления аллергии могут быть также связаны со спорами плесневых грибов, которые в большом количестве находятся в атмосферном воздухе вместе с пыльцой. Споры грибов являются одними из наиболее часто встречающихся в воздухе биологических частиц, и широко доказано, что они представляют собой потенциальный источник аллергенов. Или как отмечено, грибы, по сравнению с пыльцой, являются недооцененным и игнорируемым источником респираторной аллергии [308].

Сезонные вариации в содержании пыльцы в г. Каракол в 2015-2017 гг. отражают следующие значения: в 2015 г. абсолютный максимум пыльцы в воздухе наблюдался в июле (54,4%) и августе (37%), в 2016г. в июне (23%) и июле (41%), в 2017 г. в июне (20%) и июле (57,5%). Высокую концентрацию пылевых зерен чаще всего регистрируют при сочетании следующих метеоусловий: – температура воздуха 25-30°C; – скорость ветра 5-15 км/ч; – относительная влажность воздуха 60-70%; – солнечная погода; – отсутствие осадков [390].

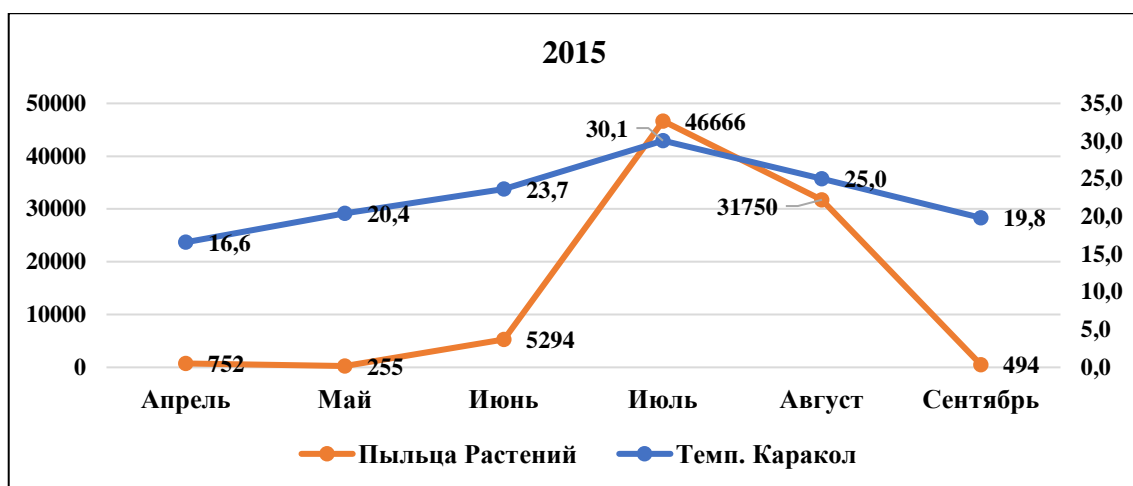
Наиболее важными и популярными климатическими переменными, часто используемыми как индикаторы состояния и изменения климата, являются температура воздуха у поверхности земли и атмосферные осадки [210]. В сравнении с базовым периодом к настоящему времени в Иссык-Кульской котловине во всех ее высотных зонах температура воздуха повысилась на 0,5-

0,7°C. В изменении количества осадков при этом четко выраженной тенденции не наблюдается. Так, например, количество осадков на метеостанциях Балыкчы и Чолпон-Ата оказалось больше нормы на 18-21 мм, на метеостанциях Кызыл-Суу и Кара-Баткак - в пределах нормы, а в лесной зоне в 2008-2017 гг. - меньше нормы на 43 мм [210].

В интервале 1901-2000 гг., охватившем целиком XX-е столетие, проявились положительные тренды температуры, при этом общее повышение среднегодовой температуры в Караколе оценивается в 1°C [182]. За период с 1883 по 1945 г. в Караколе шло хорошо выраженное похолодание ( $b_{10} = -0,16^{\circ}\text{C}/10$  лет), а в период с 1946 по 2009 г. отмечено выраженное потепление ( $b_{10} = 0,24^{\circ}\text{C}/10$  лет) [178].

В 2015 г. на высотах в гляциально-нивальном зоне отмечены anomalously высокая температура в июле (+5,4°C), малое количество осадков теплого периода. В 2016 г. температура сентября была выше средних значений на 1,5°C. В 2017 г. в гляциально-нивальном зоне отмечены anomalously высокая температура в июле (+5,6°C), малое количество осадков теплого периода [207].

Исходя из графиков следует, что абсолютный максимум пыльцы в воздухе совпадает с высокими значениями температуры в районе исследования (рис. 5.1.1.1).



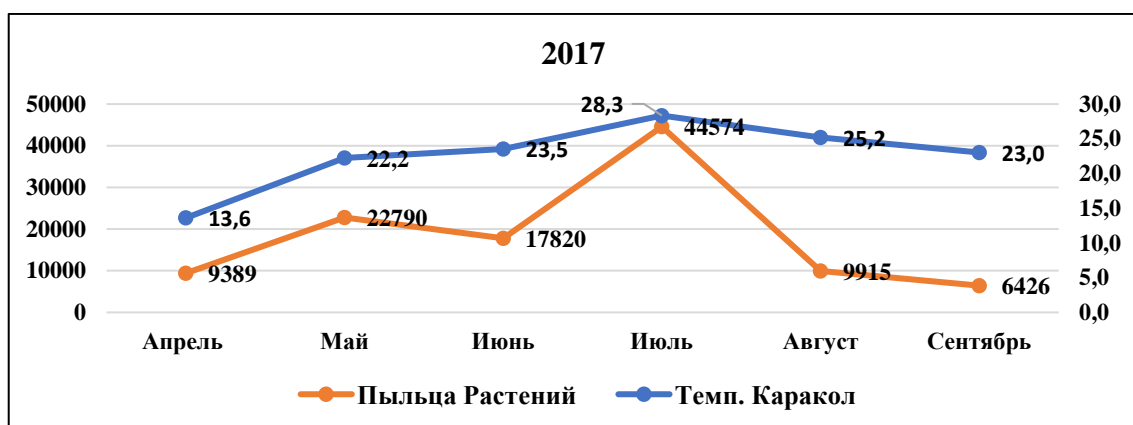
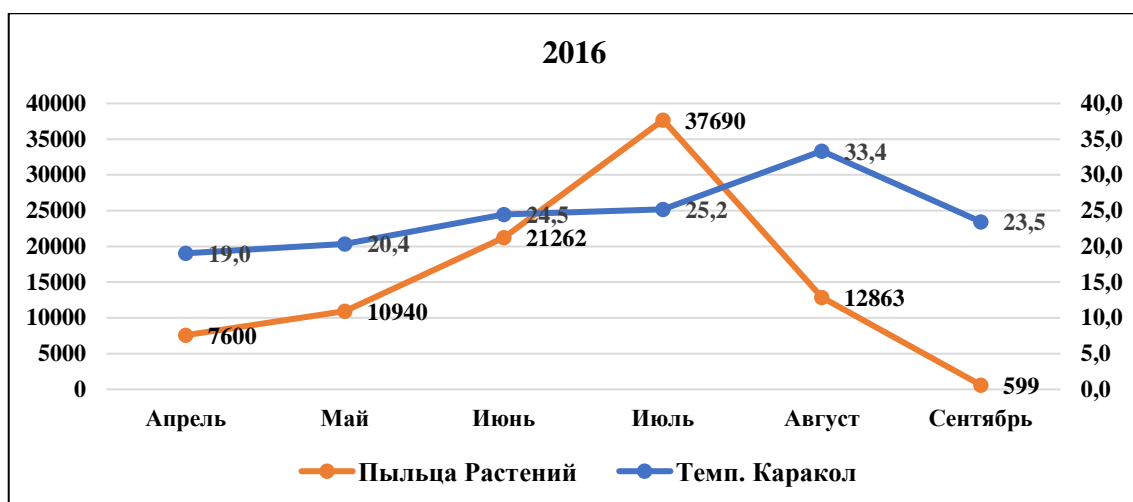


Рисунок 5.1.1.1 – Значения содержания пыльцы растений и температуры воздуха г. Каракол

По данным Тянь-Шанского высокогорного научного центра Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР в периоды 1956-1969 гг. и 2013-2018 гг. температура воздуха сохраняла тенденцию к повышению. Даже на высотах 3300 м тренды температуры воздуха положительные. По данным МС Кызыл-Суу (2550 НУМ) положительные тренды температуры воздуха отмечены в июле, августе, сентябре 1971-2019 гг.

В 2015 г. в июле наблюдался продолжительный (более 2-х недель) высокий температурный фон. В 2017 г. был наибольший по продолжительности период с положительными температурами воздуха (105) дней, обусловленный положительным трендом температуры воздуха в сентябре [219] (рис. 5.1.1.2 - 5.1.1.4).

По данным Каракольского Центра по гидрометеорологии Агентства по гидрометеорологии при МЧС КР показатели самых высоких температур в июле

2015 года отмечены в пределах 30,5° - 34,8°С. Эти же источники сообщают показатели самых высоких температур в сентябре 2017 г. – 28,9° - 31,4°С, что для этого месяца в Иссык-Кульской котловине нетипично (табл. 5.1.1.1). Это согласуется с работой некоторых исследователей, где указывается на значительное потепление климата Тянь-Шаня в сентябре (0,0329°С/год) на всех без исключения метеорологических станциях. Причем эффект настолько масштабен, что даже не зависит от абсолютной высоты станции. За счет значительного потепления в сентябре теплый период на Тянь-Шане удлинился. И, наоборот, за последние 30 лет весенние месяцы на Тянь-Шане (апрель, май) стали холоднее. Одним из следствий этого процесса является увеличение повторяемости заморозков [181].

Таблица 5.1.1.1 – Показатели самых высоких температур за сентябрь периода наблюдений (по данным Каракольского Центра по гидрометеорологии Агентства по гидрометеорологии при МЧС КР).

<b>2015г.</b>		<b>Сентябрь</b>		
<b>Декады</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Максим-я t °	28.9 °	30.5 °	31.4°	
(осадков нет)	06.09	20.09	21.09	
<b>2016г.</b>		<b>Сентябрь</b>		
<b>Декады</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Максим-я t °	26.3°	27°	25.5°	
(осадков нет)	06.09	19.09	22.09	
<b>2017г.</b>		<b>Сентябрь</b>		
<b>Декады</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Максим-я t °	28.1°	24.3°	24.4°	
(осадков нет)	04.09	18.09	21.09	



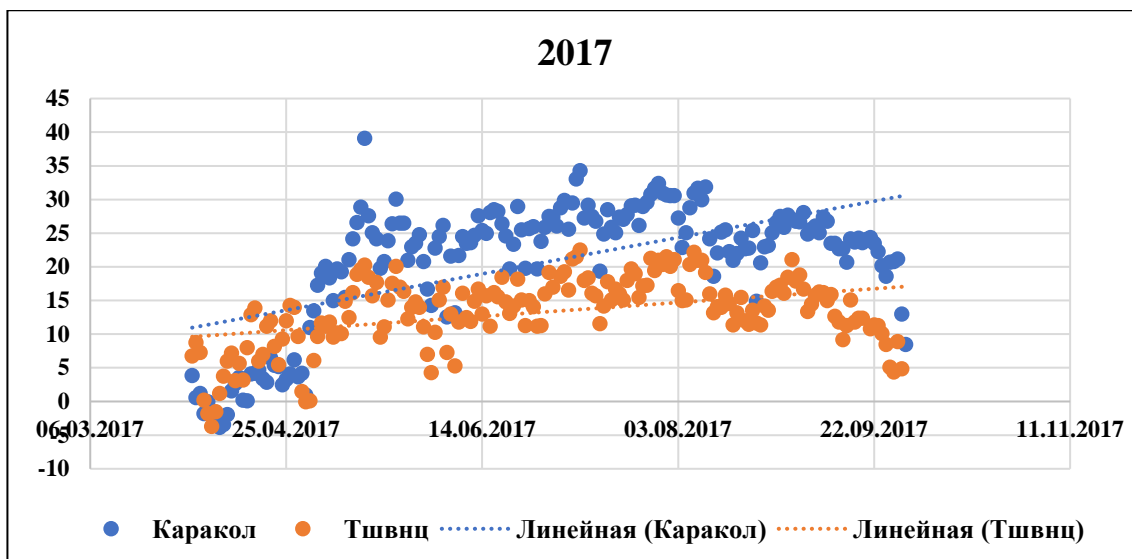


Рисунок 5.1.1.4 – Температуры воздуха в г. Каракол (1760 НУМ) и на МС Кызыл-Суу (2550 НУМ) (Тянь-Шанский высокогорный научный центр)

Показано, что в воздухе г. Каракол присутствовала пыльца 35 таксонов растений: из них 20 таксон древесно-кустарниковых растений, 15 таксонов трав. 7 таксонов растений доминировали: полынь (*Artemisia sp.*), маревые (*Chenopodiaceae*), злаковые (*Poaceae*), коноплевые (*Cannabiaceae*), астровые (*Asteraceae*), сосна (*Pinus sp.*), кипарисовые (*Cupressaceae*), ель (*Picea sp.*). Но самые лидирующие – это полынь, злаковые, маревые и сосна (рис. 5.1.1.5).

В 2015 г. в Караколе основной пыльцевой спектр был представлен за счет пыльцы трав - 97,5%. Пыльцы полыни на ленты ловушки выпало самое большое количество - 66,8% от всей уловленной пыльцы растений. Еще в конце 90-х годов прошлого века в пыльцевом спектре населенных пунктов Иссык-Кульской области прослеживалась тенденция к увеличению доли сорных растений – полыни, злаковых, маревых, конопли, имеющих высокую аллергенную активность: на юго-востоке области они занимали 81-86%, а в г. Каракол – 85,1-90%.



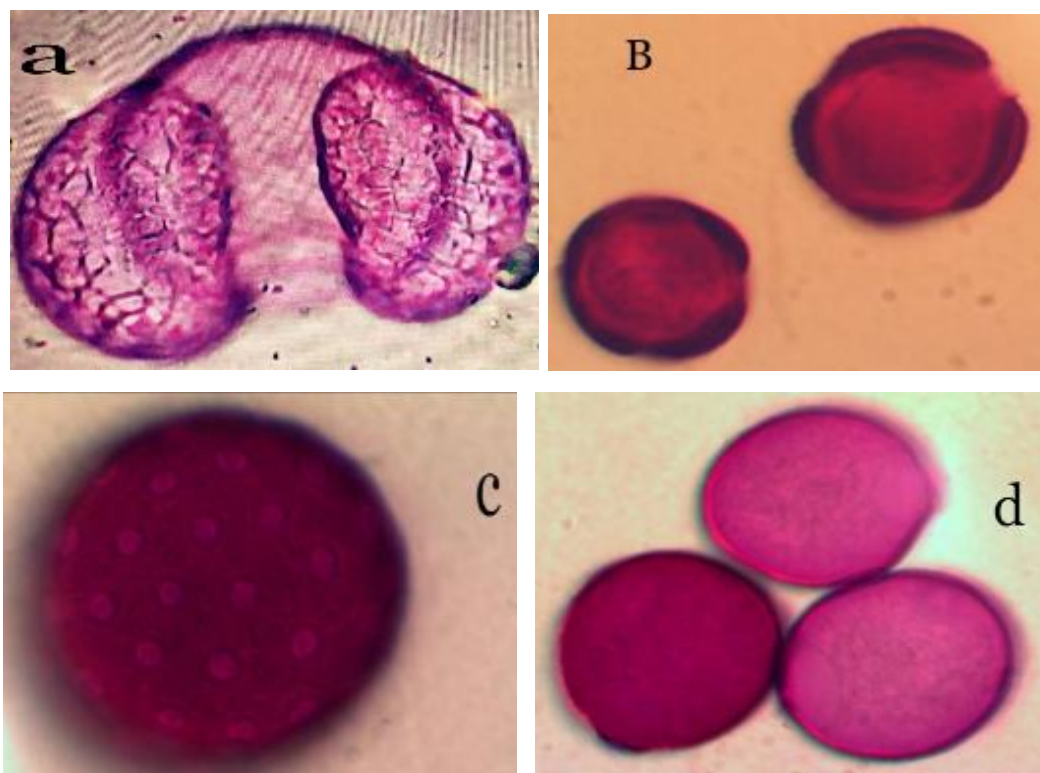


Рисунок 5.1.1.5 - Пыльца растений, содержащаяся в воздухе г. Каракола:  
 а - *Pinus* spp.; в - *Artemisia* spp.; с - *Chenopodiaceae*; d - *Poaceae*.

Таксономическое разнообразие пыльцы растений (пыльца сорных трав, деревьев, среди которых лидеры – это пыльца *Poaceae* и *Artemisia*) и спор грибов (с мировыми аллергенами - *Alternaria* и *Cladosporium*) г. Каракол, с максимальной концентрацией в летне-осенний период, полагаем, уже является одной из причин роста заболеваемости поллинозом. А когда максимальные концентрации спор грибов совпадают с появлением в воздухе пыльцы *Poaceae* и *Artemisia*, которые являются наиболее распространенной причиной пыльцевой аллергии, такое совместное присутствие аэроаллергенов повышает риск возникновения заболевания [341].

Результаты изучения специфических IgE-антител еще в 90-е годы XX века в Кыргызской Республике показывали, что пыльца *Artemisia* лидирует как этиологический фактор поллиноза в городах Бишкек и Нарын. На 2-м месте находится пыльца *Poaceae*, причем наивысшие значения аллергенспецифических IgE-антител к пыльце *Poaceae* и *Chenopodiaceae* отмечены в г. Каракол [100]. Если исходить из постулатов Thommen, растения

должны широко культивироваться, а значит наиболее часто поллиноз вызывают злаковые, сорные и луговые растения [192].

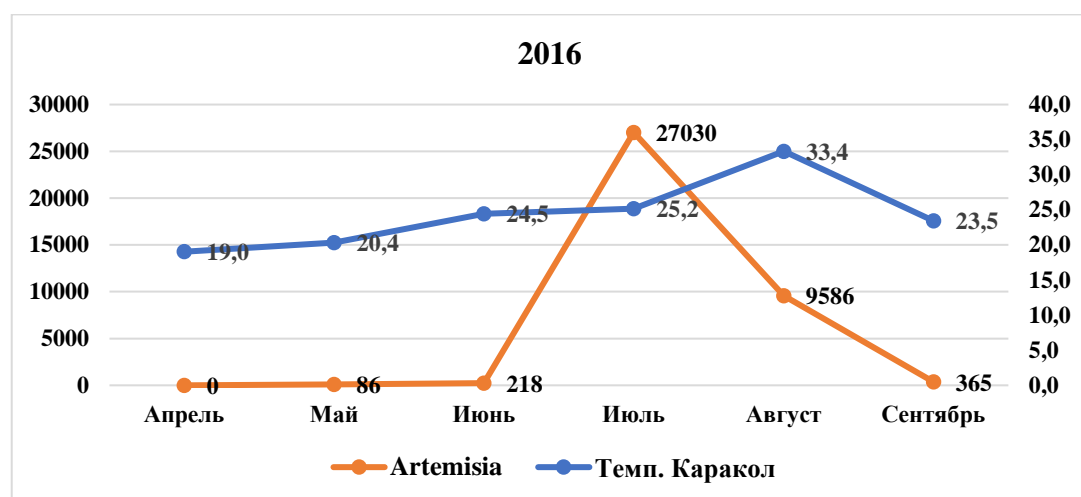
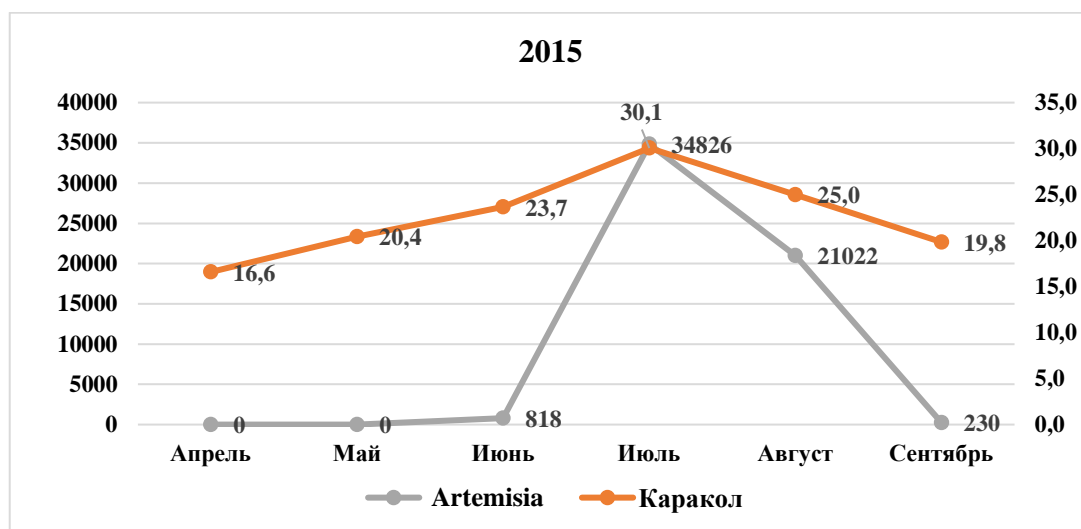
В Пекине обнаружено, что пациенты с аллергическим ринитом, вызванным пылью, составили 61,18% среди всех пациентов с АР. Среди них чувствительные к пыльце *Artemisia* составили 48,54% [259]. В Шэньяне (КНР), где для исследований использовался пылеуловитель Дюрама (Durham) основными источниками аллергенов, обусловившими увеличение числа больных аллергическим ринитом (АР) с августа по сентябрь, были пыльца *Asteraceae* и *Moraceae*. *Artemisia* (*Asteraceae*) и *Poaceae* являются основными аллергенными видами пыльцы [338]. Обширность территории и большая численность населения некоторых стран также меняют характеристики аллергенов у пациентов с аллергическим ринитом в разных регионах и среди разных возрастных категорий [338]. По этой причине, для профилактики и лечения АР большое значение имеет понимание особенностей распространения аллергенов и связанных с ними факторов риска в каждом регионе [338].

Пыльца полыни входит в десятку глобальных аэроаллергенов и аллергия к ней распространенное явление в мировом масштабе [1, 99, 191]. Центральная Азия является одним из центров формообразования рода полыни и на территории республики произрастает более 60 видов, причем из них наиболее распространены: п. горькая, п. обыкновенная, п. однолетняя, п. бело-земельная, п.- эстрагон, п. поздняя, п. венечная и п. Сиверса [147].

У *A. vulgaris* замечена выработка большого количества пыльцевых зерен, продуцируемых одним цветком и большое количество соцветий на одном растении. При этом у *A. absinthium* - большое количество цветков в одном соцветии (у *A. absinthium* в среднем, 42 цветка, у *A. vulgaris* -10, у *A. campestris* – 6 цветков) [272]. И несмотря на биологические особенности видов полыни, для них характерно относительно высокое общее производство пыльцы.

Пыльцевые зерна *Artemisia* при микроскопическом анализе аэробиологических проб нами идентифицировались на уровне ботанического рода. Поэтому многие виды полыни, встречающиеся совместно, обозначались на

уровне рода. Пыльца полыни присутствовала в воздухе г. Каракол за все сезоны исследования от 154 до 166 дней. Максимальные суточные концентрации зафиксированы в июле. Сильное увеличение концентрации пыльцы *Artemisia* наблюдалось в середине - конце июля и это соответствовало повышению среднесуточной температуры воздуха за сезоны исследования (рис. 5.1.1.6). Эти данные согласуются с другими исследованиями, где указывается на физиологическую адаптацию, например, *Artemisia campestris*, при нехватке осадков в Центральной Европе в контексте будущего изменения климата [272]. При наивысших температурах 2015 года в 30,1°C в г. Каракол отмечены самые высокие концентрации пыльцы полыни (61% всей пыльцы полыни за сезон), в 2017 году – при температурах 28,3°C (67% всей пыльцы полыни за сезон). При наивысших температурах 2016 года до 33,4°C, 72% всей пыльцы полыни за сезон выпал при температурах 25,2°C.



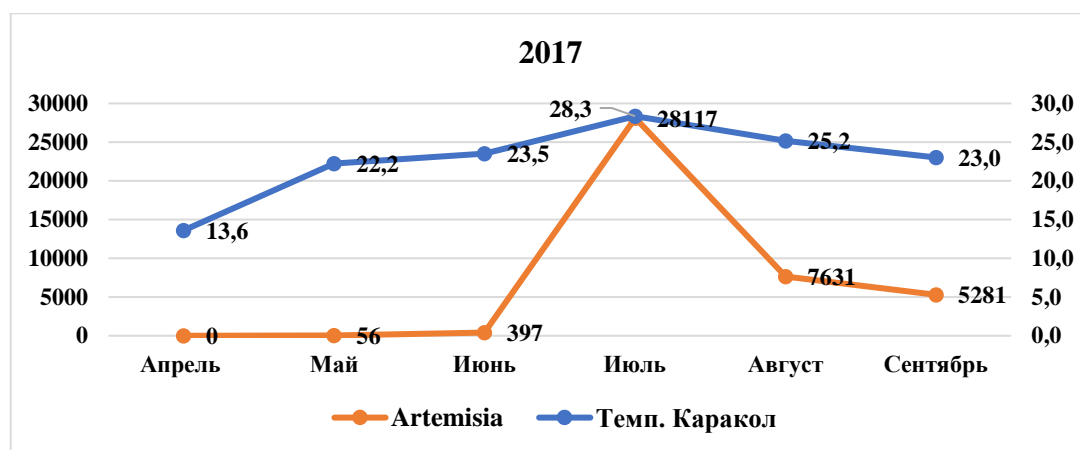


Рисунок 5.1.1.6 – Количество пыльцы *Artemisia* sp.

Видовая идентификация пыльцы злаковых под СМ затруднена и поэтому они регистрируются под общим грифом – злаки. В зависимости от пункта исследований, первым или вторым по этиологической значимости аэроаллергеном считается пыльца злаков [104]. У больных поллинозом республики регистрируются к ней IgE-антитела 3-4 класса чувствительности РАСТ. Причём их наивысшие значения отмечены в г. Каракол: g3 (27,5), g4 (28,1), а наименьшие – в г. Нарын: g3 (0,9) и g4 (0,8) [99]. Большие концентрации пыльцы злаковых связывают с сухой, теплой погодой, с яркими солнечными днями, в то время как количество пыльцы растений этого семейства уменьшается при пониженных температурах воздуха и при выпадении осадков (более длительные периоды, в течение несколько часов или дней) [348]. В исследовании, проведенном в Кракове (Польша), отмечалось, что более 80% пациентов, страдающих аллергическим ринитом, чувствительны к пыльце *Poaceae* [309]. Пыльца *Poaceae*, охватывая широкий географический ареал, является самым сильным аллергеном в Центральной и Восточной Европе, и в целом по всей Европе [358].

Пыльца злаков присутствовала в воздухе г. Каракол за все сезоны исследования от 167 до 174 дней. Максимальные суточные концентрации зафиксированы в июне-июле. Наивысшие температуры в 30,1°C в 2015 году сопровождалась высокими концентрациями пыльцы злаковых растений (53% всей пыльцы злаков за сезон). В 2016 году 64% пыльцы злаков от всей пыльцы

за сезон выпало при температуре 24,5°C (максимальная температура за сезон- 33,4%); в 2017 году – при температуре 23,5°C выпало 69% всей пыльцы злаков за сезон (максимальная температура за сезон- 28,3%) (рис. 5.1.1.7).

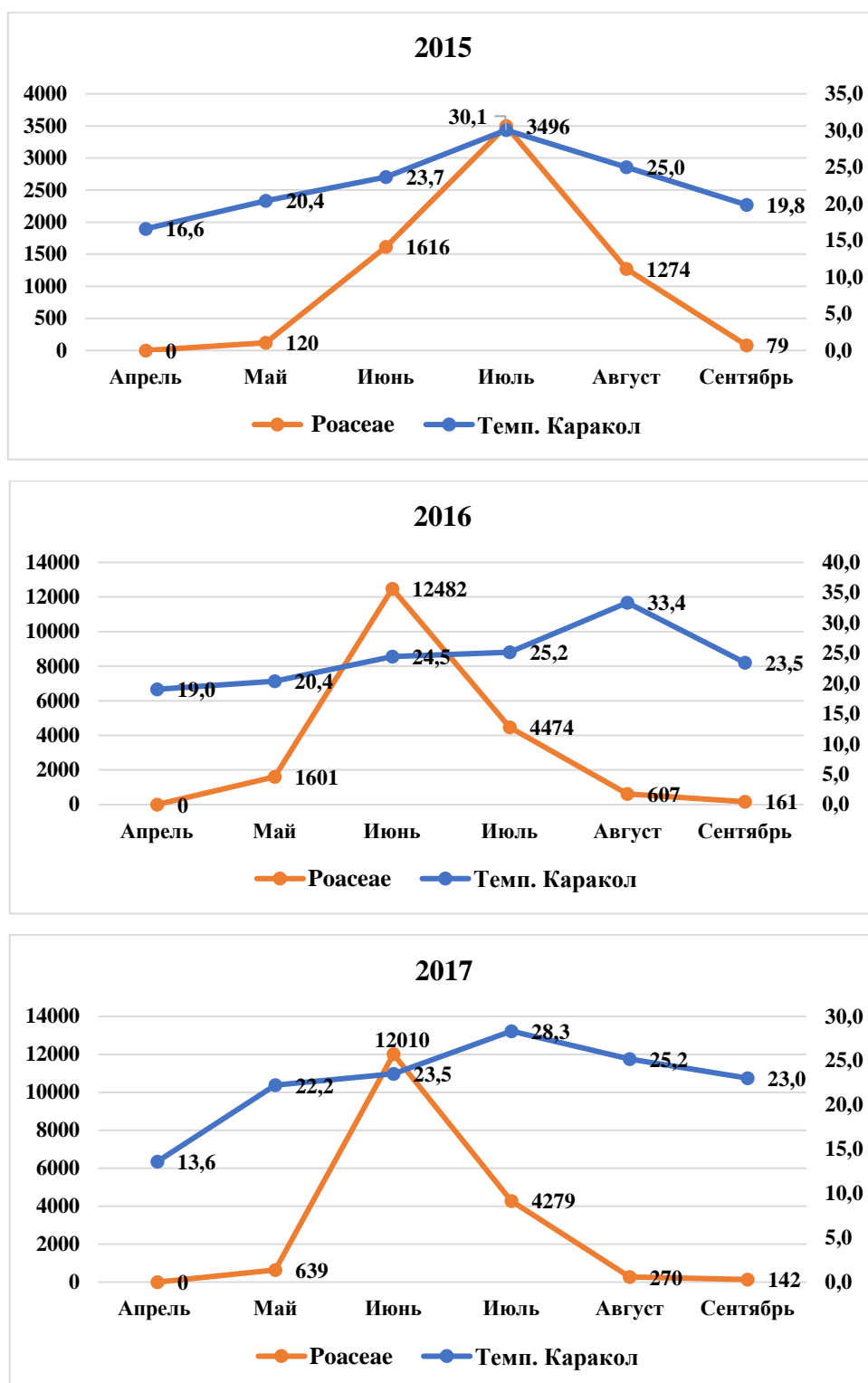
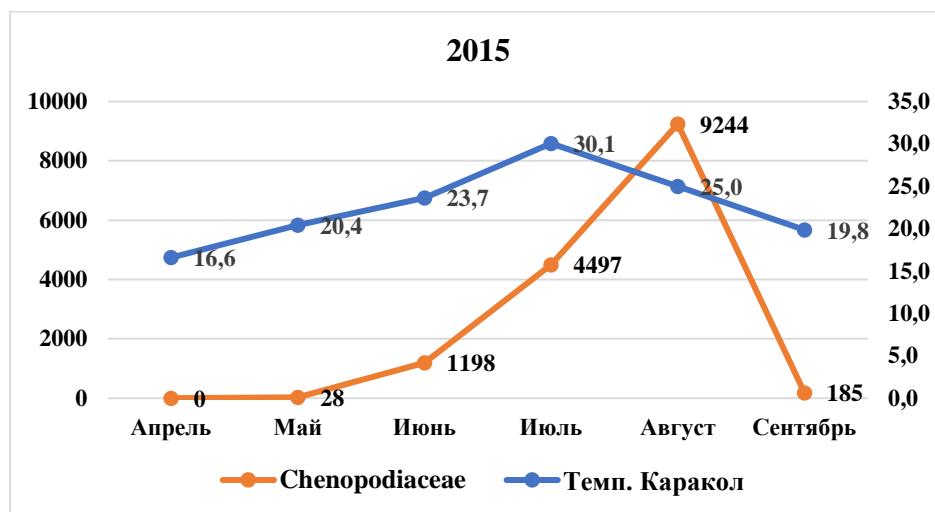


Рисунок 5.1.1.7 – Количество пыльцы Роасеае

Из 17 родов семейства маревых, произрастающих в республике, важные источники аэроаллергенов - лебеда веероплодная, марь белая, кохия венечная. К

пыльце маревых у больных поллинозами регистрируются аллерген специфические IgE-антитела 2-3 класса чувствительности РАСТ. Наивысшие их значения выявлены в г. Каракол: w15 (2,8), w17 (1,5) и г. Ош: w15 (2,0), w17 (1,5) [104]. В Монголии отмечено, что наибольшего внимания заслуживают виды маревых, которые распространены очень широко, эвритопны и постоянно контактируют с человеком, и поэтому признаны одной из самых аллергеноопасных групп растений [208].

Пыльца маревых присутствовала в воздухе г. Каракол за все сезоны исследования от 144 до 162 дней. Максимальные суточные концентрации зафиксированы в июле-августе. При самых высоких температурах 2015 года в 30,1°C значительные концентрации пыльцы маревых (61% всей пыльцы маревых за сезон) отмечены при температурах до 25°C. В 2016 году при температурах 25,2°C и 33,4°C отмечены наивысшие пики пыления маревых (соответственно 46% и 45% всей пыльцы маревых за сезон). 2017 год был очень схож с предыдущим годом наличием двух пиков пыления растений этого семейства, то есть при температурах 28,3°C и 25,2°C отмечены пики пыления маревых (соответственно по 38% всей пыльцы маревых за сезон) (рис. 5.1.1.8).



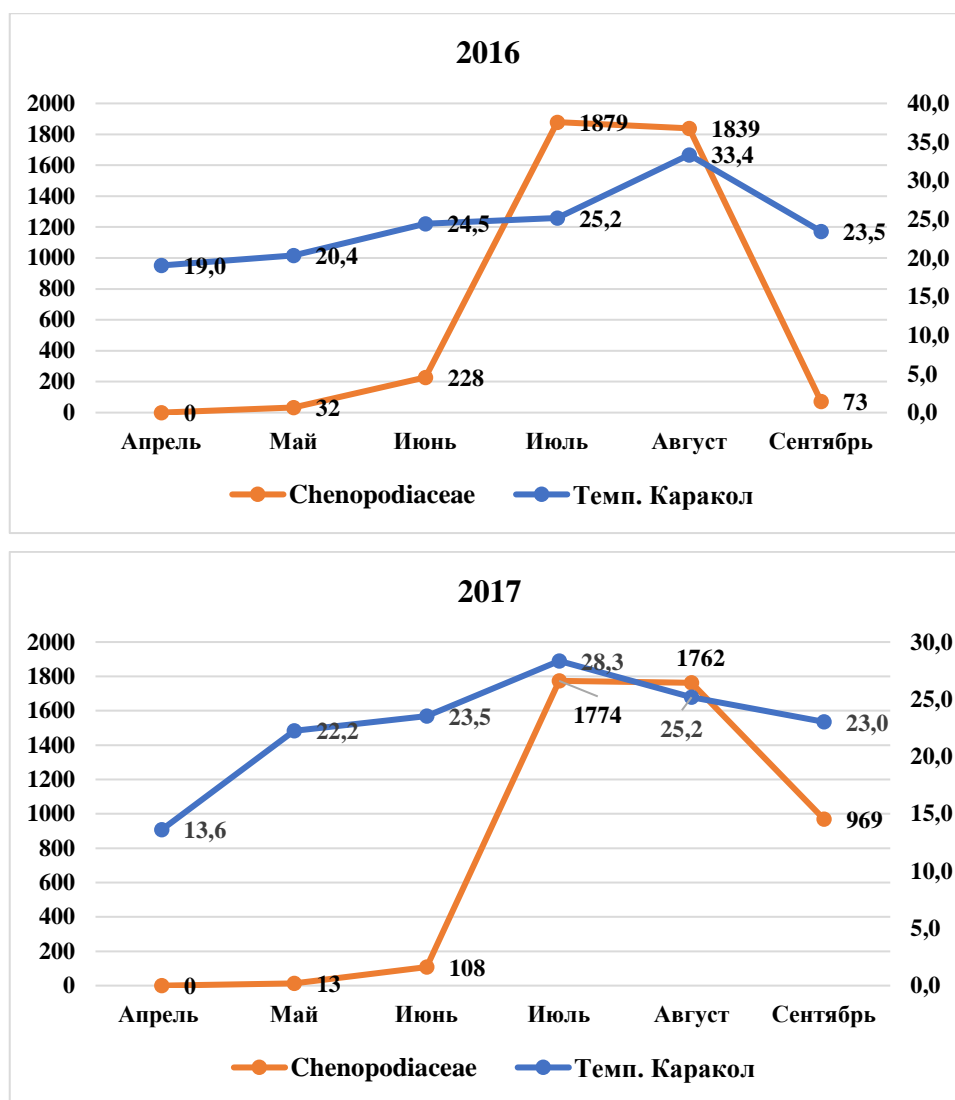


Рисунок 5.1.1.8 – Количество пыльцы *Chenopodiaceae*

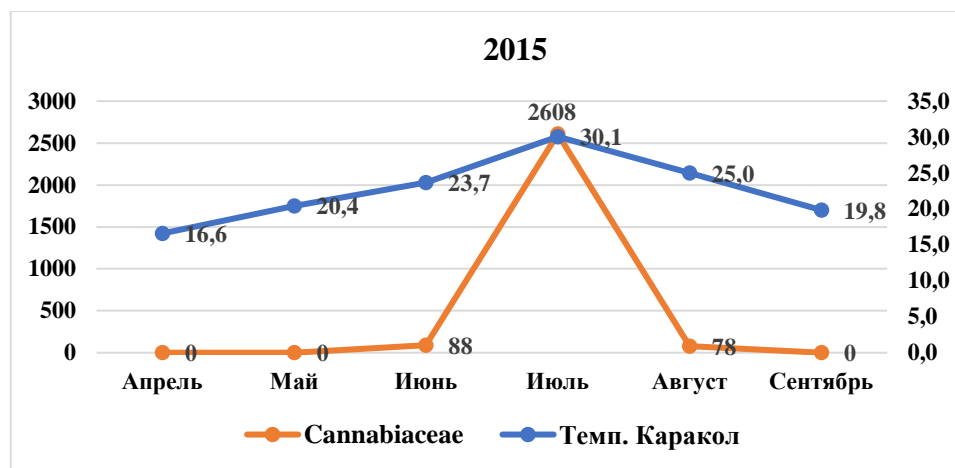
Как оказалось, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* и *Urtica* - это таксоны, связанные с высокой или умеренной температурой. В польском Щецине в исследованиях (2006 – 2008 гг.) с использованием Lanzoni VPPS и автоматической метеостанции Vaisala обнаружены статистически значимые корреляции между количеством пыльцы и загрязнением воздуха, а также метеорологическими параметрами, где наиболее сильная корреляция наблюдается со средней температурой воздуха [375].

**Конопля** – это однолетний сорняк с высокой пыльцевой продуктивностью. Пыльца конопли, благодаря мелкому размеру и летучести, может легко распространяться по воздуху ветром на большие расстояния, что делает ее крайне сильным аллергеном. Пыльца конопли не входит в десятку глобальных

аэроаллергенов, но ей присущи общие черты: небольшой размер, однотипная морфология, высокая пыльцепродукция [109].

За годы исследования в г. Каракол сроки присутствия пыльцы конопли варьировали от 84 до 153 дней, с мая по сентябрь. Максимальное суточное число во все годы зафиксировано в июле. При наивысших температурах 2015 года в 30,1°C отмечены самые высокие концентрации пыльцы конопли (94% всей пыльцы конопли за сезон), в 2017 году – при температурах 28,3°C (88% всей пыльцы конопли за сезон). 2016 год отличался тем, что 71% всей пыльцы конопли за сезон выпал при температурах 25,2°C, хотя наивысшие температуры доходили до 33,4°C (рис. 5.1.1.9).

В качестве аэроаллергена пыльца конопли вызывает аллергический ринит, аллергический кератоконъюнктивит, гиперчувствительный пневмонит и обострение симптомов бронхиальной астмы [361]. Кроме того, сенсibilизация к аллергенам конопли может вызвать различные вторичные перекрестные аллергии, в основном на пищевые продукты растительного происхождения [276, 277].





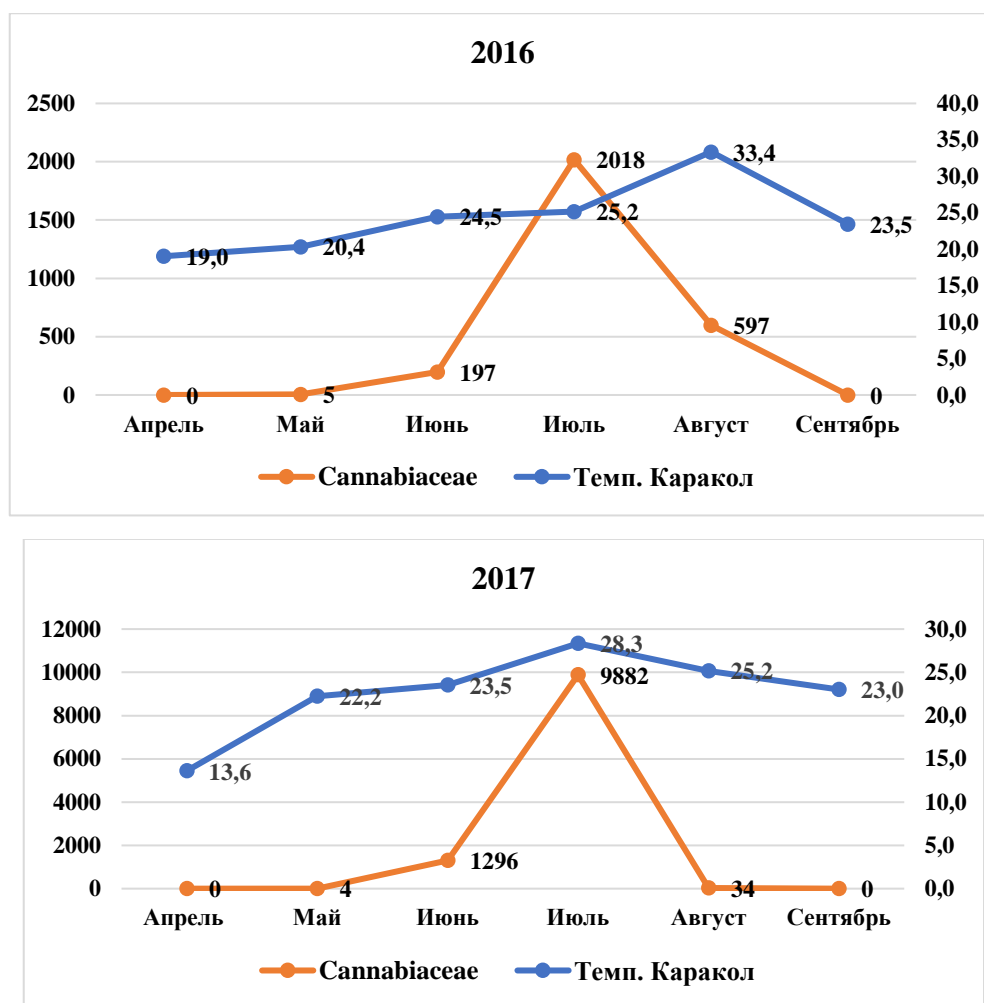


Рисунок 5.1.1.9 – Количество пыльцы Cannabiaceae

Температура воздуха таким образом, оказывает большее влияние на концентрацию пыльцы и начало пыльцевого сезона, чем другие переменные. В наших исследованиях корреляция с температурой была положительной, в то время как связь с осадками и относительной влажностью воздуха была отрицательной. При наличии осадков происходило значительное вымывание пыльцы, и в воздухе снижалось содержание аллергенов. В то же время, указывается на то, что засушливые условия и повышенная температура препятствуют развитию пыльцы и увеличивают содержание аллергенов из-за стресса растений. Влияние засухи проявляется в снижении жизнеспособности растений и заметных изменениях в развитии пыльцы [327].

В исследованиях в Пекине сделан анализ, что количество амбулаторных посещений больных аллергическим ринитом сильно коррелирует с сезонной концентрацией пыльцы в воздухе и зависит от метеорологических условий.

Увеличение количества больных соответствуют температурам 12°C и выше 22°C. И наоборот, число амбулаторных посещений по поводу аллергического ринита уменьшалось с увеличением влажности воздуха [259]. В соответствии с этим, изменения метеорологических условий являются одним из факторов, благодаря которому пыльца становится основным аллергеном для возникновения аллергических ринитов [338].

Исследования в Кыргызской Республике свидетельствуют о широкой распространенности сенсibilизации у жителей г. Бишкек к пыльцевым аллергенам. Аллергия на пыльцу растений у жителей г. Бишкек является доминирующей и выявлена у 64% обследуемых пациентов [240]. Но подобных данных о сенсibilизации к спорам грибов пока в республике нет. В стране отмечен максимальный рост общей заболеваемости аллергическим ринитом с увеличением на 122 - 126% в период с 2017 по 2019 гг. В это же время, больные с аллергическим ринитом, проживающие в городе, составили 57,1%, а пациенты сельской местности - 42,9% [167].

Страны Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан) уже ощущают последствия изменения климата. При таких обстоятельствах возможны изменения в распространении заболеваний, в том числе аллергических. А поскольку изменения в температуре воздуха и количестве осадков могут сказаться на стадиях вегетации растений, идут изменения в землепользовании, растет количество населения региона вкупе с повсеместным загрязнением всех природных сред – все эти факторы могут усугубить положение, когда некоторые виды заболеваний будут распространяться быстрее, тем самым увеличивая риски для здоровья людей. С учетом этого возникают вопросы, касающиеся безопасности сред, ранее считавшихся безвредными и возросшей вероятности того, что аэроаллергены действительно могут быть обнаружены в более разнообразных средах [308].

В условиях г. Ташкента деревья и травы начинают расти с 3-й декады февраля. В первую очередь наблюдается начало пыления интродуцируемых растений. У деревьев и трав, относящихся к местной флоре, этот процесс

наблюдается несколько позже [196]. Микроскопические исследования образцов за весенний период с Ташкента показали обилие пыльцы деревьев и пор грибов (рис. 5.1.1.10).

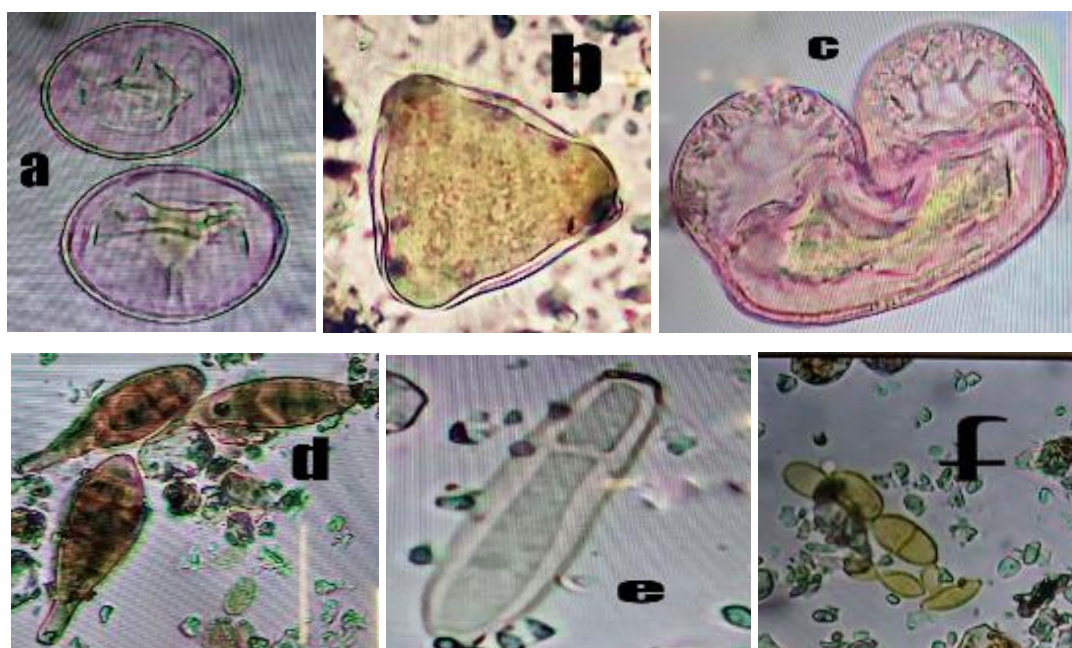


Рисунок 5.1.1.10 – Пыльца растений и споры грибов г. Ташкент: а) Cupressaceae; б) Platanus sp.; в) Pinus sp.; д) Alternaria; е) Helminthosporium; ф) Cladosporium

### 5.1.2. Метеорологические факторы и споры грибов

В настоящее время широко изучается концентрация спор грибов в воздухе. Это задача, интересующая как микологов, изучающих фитопатогены растений, так и аллергологов, поскольку многие виды спор являются аллергенами. В мире описано до ста тысяч видов грибов, прогнозируемое число таксонов которых составляет 1,5 миллиона [316]. В Кыргызстане зарегистрировано более 2100 видов грибов и эта цифра не является окончательной и не говорит о том, что изучение микобиоты в республике окончено [132]. В этом аспекте аэробιологический мониторинг дает возможность изучать споро-пыльцевой спектр населенных пунктов, т. е. состав растительности в данный период и на данной местности и болезни растений. И здесь наиболее универсально значимыми метеорологическими факторами являются температура, осадки и относительная влажность, среди которых температура самый сильный фактор,

определяющий сезонную концентрацию спор грибов [262]. Температура, ветер, осадки могут влиять на количественный, таксономический состав аэромикофлоры, на жизненный цикл, распространение и аллергенность, инкубационный период и интенсивность заражения в качестве фитопаразитов. То есть, как и все живые организмы, грибы будут затронуты изменением климата [316].

Споры грибов - это постоянно присутствующий компонент воздуха, концентрация и состав которых колеблются в зависимости от сложного взаимодействия биологических и экологических факторов: географическое положение, загрязнение воздуха, погодные условия, деятельность человека и местный источник растительности. Споры одних и тех же таксонов всегда обнаруживаются независимо от метода мониторинга. Видимо, это может быть связано со способностью этих родов продуцировать огромное количество спор и доминированием спор *Cladosporium*, *Alternaria* и *Ustilago* в местной и региональной микофлоре [308]. Даже при отборе проб с самолета на большой высоте в атмосфере наиболее преобладающими видами спор были споры *Cladosporium* и *Alternaria* (87%) [359].

Во все годы исследования в г. Каракол количество спор грибов превалировало над количеством пыльцы растений: в 2015 г. 54,4% спор грибов над 45,6% пыльцы растений, в 2016 г. соответственно 51,9% над 48,1%, в 2017 г. 64,7% над 35,3%. В США выявлено, что в аэробιοлогическιх образцах на каждое пыльцевое зерно приходится 1000 спор грибов [337].

Результаты аэробιοлогическοго мониторинга г. Каракол в 2015-2017 гг. позволили определить количественный и качественный состав аэромикологическοго спектра воздуха г. Каракол. В воздухе города наблюдались высокие концентрации спор грибов. Споры, представляющие класс Несовершенных грибов (*Dothideomycetes*), превосходили численностью все другие наружные биоаэрозоли. Класс Несовершенные грибы объединяет большое число видов фитопатогенных грибов, наносящих большой вред в сельском и лесном хозяйстве. Отмечено, что метеорологические переменные,

преимущественно температура, осадки и относительная влажность, являются основными факторами, связанными с сезонностью грибов воздуха [21]. И ежедневные и сезонные изменения этих параметров существенно влияют на концентрацию и распределение спор грибов в атмосфере [316].

За период исследования 2015-2017 гг. на ленты ловушки выпало спор грибов 24 классов. Зафиксировано максимальное количество спор альтернарии, кладоспория, фузария, устилаго во всех декадах сезонов наблюдения.

По данным 2015 г., максимальный количественный состав спор грибов был зафиксирован в июле (76,4%), в 2016 г. в июле (38%), в 2017 г. в июле (60%). Например, несмотря на то, что в атмосфере Анкары споры грибов обнаруживались во все месяцы, наибольшее значение было обнаружено в июле [315]. Данные в г. Каракол коррелируют с метеорологическими данными исследуемого района. Результаты исследований показали, что аэроспоры циркулировали в воздухе г. Каракол в течение всего сезона исследования (весенне-осенний период) с максимальным содержанием в июне - августе. 2017 год, как показано на рисунке 5.1.2.1, был наиболее мощным по количественному и таксономическому составу аэромикологического спектра.

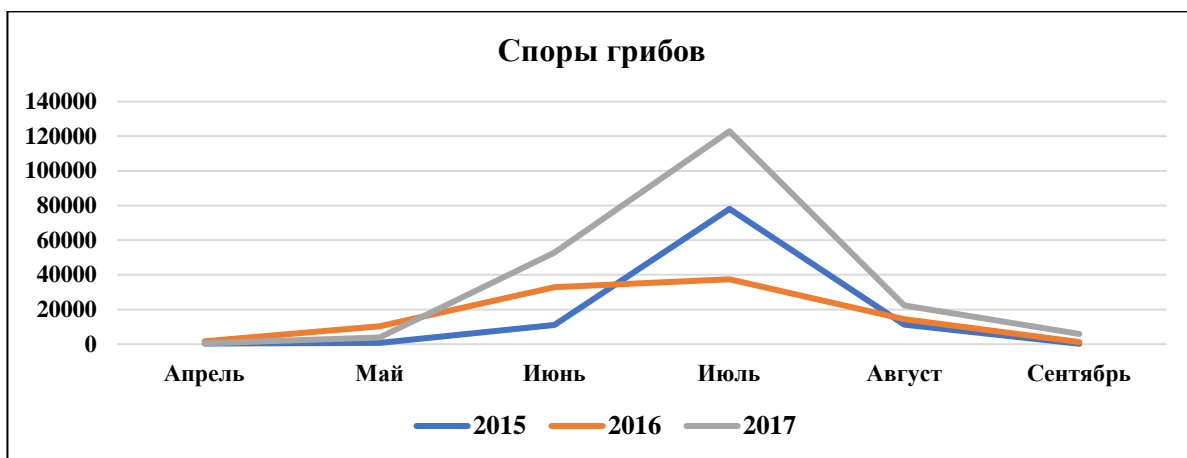


Рисунок 5.1.2.1 – Концентрация аэроспор по годам исследования

В 2015 г. наивысший пик концентрации спор грибов пришелся на 3-ю декаду июля. Эти данные коррелируют с температурой воздуха (рис. 5.1.2.2). В это время (во 2-й и 3-й декадах июля) наблюдались самые высокие температуры воздуха (соответственно 34.8° и 33.5°) (табл. 4.3.2.1).

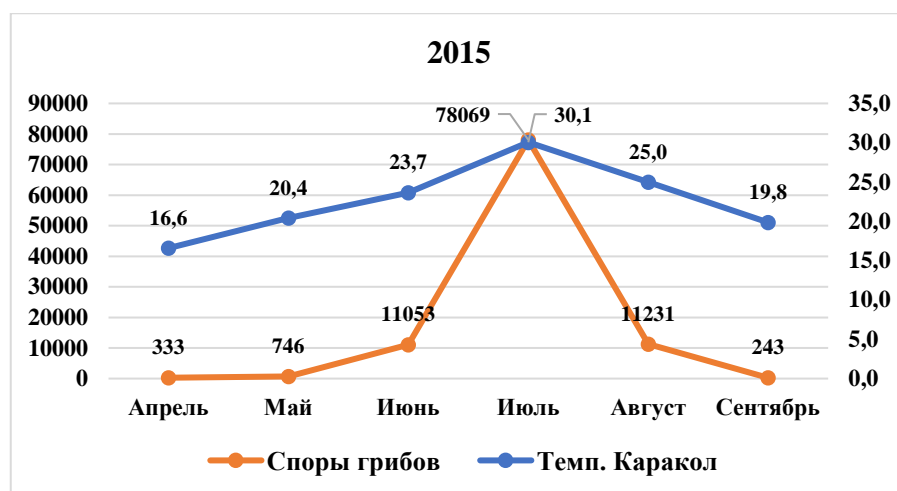


Рисунок 5.1.2.2 – Температуры воздуха в г. Каракол и концентрация спор в 2015г.

В динамике аэромикологического режима в 2016г. наблюдались два выраженных пика спор грибов в летне-осенний период. Первый пик был зафиксирован во 2-й декаде июня (16724 с.г./м³), а второй - во 2-й декаде июля (16709 с.г./м³) (рис. 5.1.2.3). Это соответствует почти одинаковым показаниям максимальных суточных температур июня-июля (31° - 1-я декада июня и 30.5° – 2-3-я декады июля) (табл. 5.1.2.1).

Таблица 5.1.2.1 – Показатели самых высоких температур за период наблюдений (по данным Каракольского Центра по гидрометеорологии Агентства по гидрометеорологии при МЧС КР).

2015 г.	Июнь			Июль			Август			
	Декады	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Максим-я t ° (осадков нет)		28 °	28 °	27.6°	30.5°	34.8°	33.5°	28.9°	30.5°	31.4°
		08.06	19.06	30.06	09.07	16.07	21.07	06.08	20.08	21.08
2016 г.	Июнь			Июль			Август			
	Декады	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Максим-я t ° (осадков нет)		31°	29.8°	29°	29°	30.5°	30.5°	28.5°	29.5°	28.6°
		10.06	11.06	30.06	07.07	13.07	27.07	07.08	13.08	29.08
2017 г.	Июнь			Июль			Август			
	Декады	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Максим-я t ° (осадков нет)		26.2°	27.6°	29°	34.3°	29.2°	32.4°	31.7°	25.5°	27.7°
		04.06	13.06	23.06	09.07	11.07	29.07	08.08	15.08	31.08

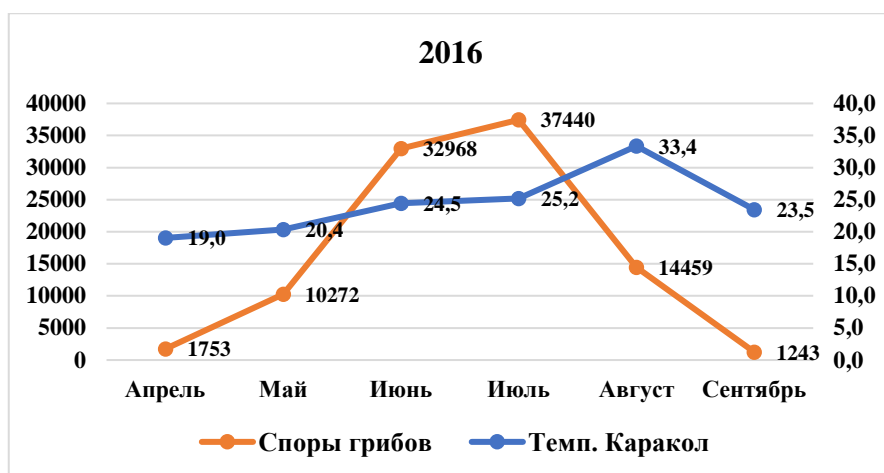


Рисунок 5.1.2.3 – Температуры воздуха в г. Каракол и концентрация спор в 2016г.

В 2017 г. наивысший пик концентрации спор грибов пришелся на 2-3-ю декаду июля. Эти данные коррелируют с температурой воздуха. В 1-й декаде июля 34.3°C, в 3-й декаде июля – 32.4°C и 1-й декаде августа – 31.7°C (табл. 5.1.2.1) наблюдались самые высокие температуры за исследуемый сезон. На рисунке 5.1.2.4 показаны наивысшие значения концентрации спор грибов при высоких температурах воздуха.

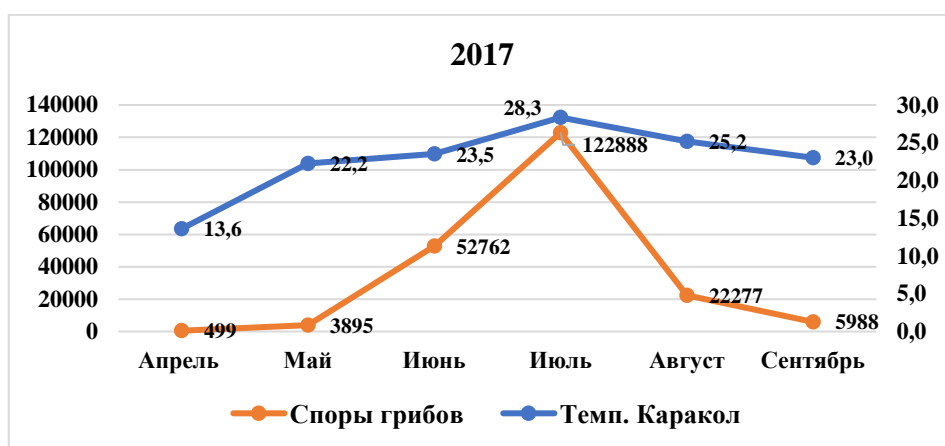


Рисунок 5.1.2.4 – Температуры воздуха в г. Каракол и концентрация спор в 2017г.

В г. Каракол мы отметили сильную положительную корреляцию: когда значение температуры увеличивается, количество спор грибов увеличивается аналогичным образом. Температура, осадки, относительная влажность и другие метеорологические параметры, как ветер, влияют на рост грибов, а также на концентрацию и распределение спор грибов в атмосфере. Повышение температуры, обеспечивая сухость окружающей среды, благоприятствовало выбросу спор в атмосферу.



Среди спор грибов по количественному составу во все годы исследования преобладали споры 3-х таксонов: кладоспориума (суточный максимум – 31248 (27 июля 2015 г.)); альтернарии (суточный максимум – 5376 (28 июля 2015 г.)); фузариума (суточный максимум – 18036 с.г./м<sup>3</sup>; (30 июня 2017 г.)). В г. Каракол во всех декадах июня, июля, августа 2015-2017 гг. отмечены высокие концентрации спор кладоспориума и альтернарии (рис. 5.1.2.5).

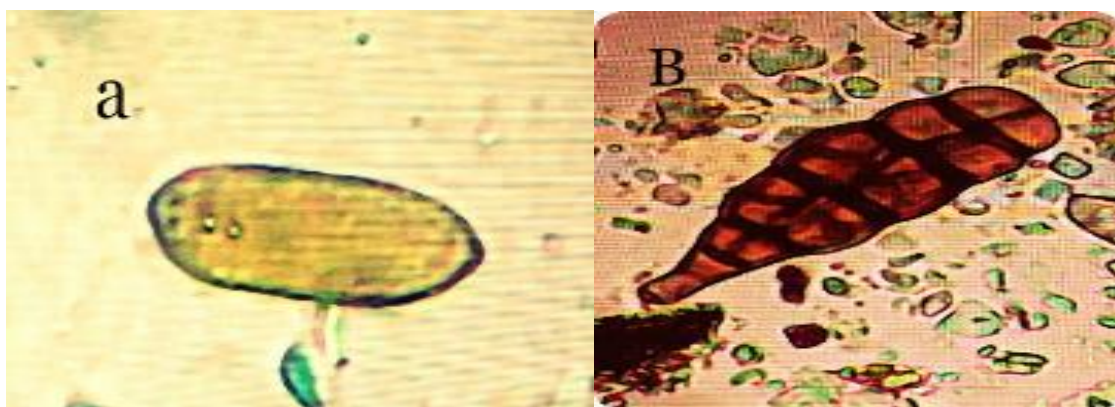


Рисунок 5.1.2.5 – Споры *Cladosporium* (а), *Alternaria* (b) (г. Каракол)

2015 год показал идеальную зависимость трех вышеназванных таксонов от высоких температур воздуха (рис. 5.1.2.6). В исследуемом районе концентрации спор *Cladosporium* превышают количество спор других таксонов. Максимальное суточное число спор *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium* в 2015 г. зафиксировано в конце июля – начале августа. При высоких температурах в 30,1°С отмечены наивысшие концентрации спор кладоспориума (74% всех спор за все сезоны исследуемых лет). В некоторых странах *Cladosporium spp.* ежегодно имел наибольшую частоту встречаемости (около 90%) и максимум спор этого вида приходится на июнь, июль и август [341].

Количество спор в воздухе колеблется, оно зависит от высоты атмосферного слоя, характера местности, времени года, состава растительности и других факторов. Так, в воздухе у поверхности земли на высоте до 2-х метров в 1 м<sup>3</sup> содержится до 12,5 тысяч спор (*Cladosporium* до 47% от общего числа). В более низком слое воздуха, чем двухметровый, количество спор возрастает, в более высоком - снижается, максимум содержания обычно отмечается в полдень, минимум - в полночь [250].



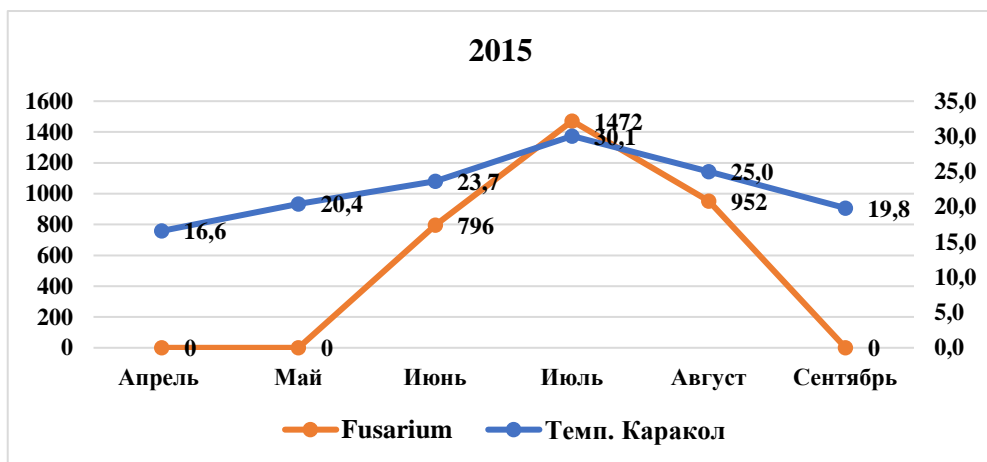
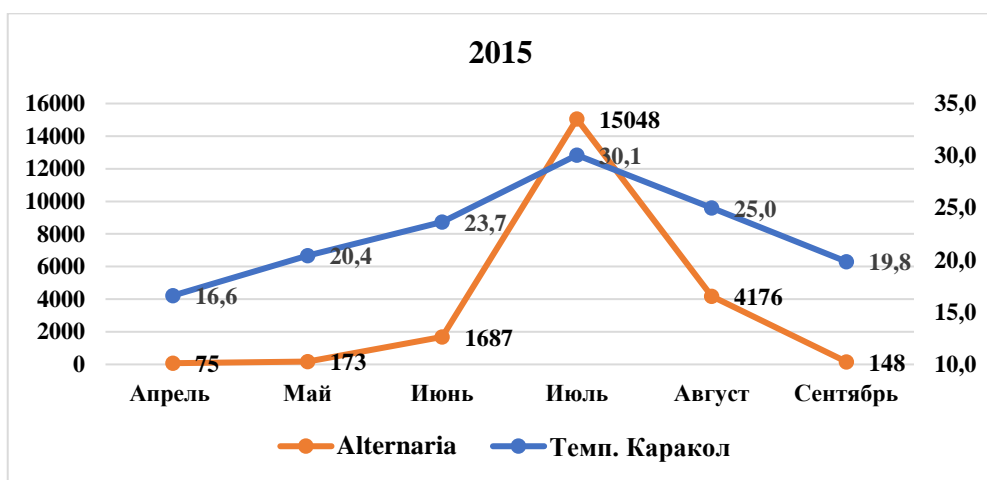
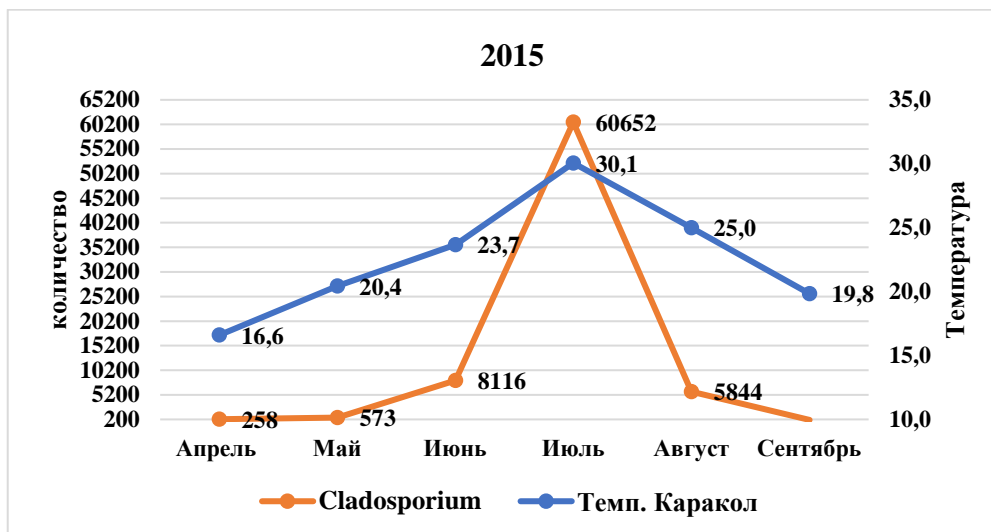


Рисунок 5.1.2.6 – Температуры воздуха в г. Каракол и концентрация спор Cladosporium, Alternaria, Fusarium в 2015 г.

В 2015 г. июль – август в г. Каракол был экстремально сухим. Данная тенденция сохранилась и в августе. В июле осадки выпадали всего 5 дней, ясная

погода держалась 19 дней. Это подтверждается рядом работ, где споры *Cladosporium* и *Alternaria* предпочитают наиболее для себя благоприятные погодные условия - жаркое и сухое лето с высокой температурой воздуха и минимальным количеством осадков [316, 367].

Такое положение отмечается во многих исследованиях. В 4-х летних исследованиях на северо-западе Польши (2007-2010 гг.) максимальное обилие спор *Alternaria*, *Drechslera* и *Cladosporium* наблюдалось при более высоких значениях средней температуры [402]. В Загребе (Хорватия) из-за благоприятных погодных условий (более высокая температура воздуха и минимальное количество осадков) в августе 2003г. концентрации спор *Alternaria* и *Cladosporium* были в 3,4 раза выше, чем в том же месяце 2002 г. [367].

В Чамкору (Турция) в мае 2004 года количество спор *Alternaria* и *Cladosporium* достигло максимума, так как температура, дождь и скорость ветра были оптимальными [346]. Ежегодную тенденцию количественного увеличения спор альтернарии и кладоспориума в атмосфере г. Краснодара отмечают российские исследователи [15].

Максимальное суточное число спор *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium* в 2016 г. в г. Каракол зафиксировано в середине мая до 2-й половины июня. При температурах 24.5°C отмечены почти 46% концентрации спор кладоспориума за все сезоны исследуемых лет (рис. 5.1.2.7). В 2016 году зарегистрировано наибольшее количество спор альтернарии за все годы исследования, почти 27%, при этом наивысшее количество спор выпало при температуре 25.2°C. Споры фузариума имели два пика, при температурах 20.4°C и 25.2°C, в мае и июне. В мае 2016 г. отмечено более 18 дней облачных, с повышенной влажностью. В США выявлено, что во влажный период (июнь-октябрь) в воздухе преобладали споры *Fusarium sp.* и *Basidiomycetes sp.*, в сухой (октябрь-май) - *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.*, *Stemphylium sp.* и другие [337]. Вследствие выпадения дождей и росы, которые способствуют дисперсии спор, находящихся в слизеподобных массах, количество спор в атмосферном воздухе таких грибов как *Fusarium* и др. могут резко и возрасти, и падать [192]. Установлено,

что при высоких концентрациях CO<sub>2</sub> и низких концентрациях азота такие виды, как *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, увеличивали спорообразование до 5 раз [332].

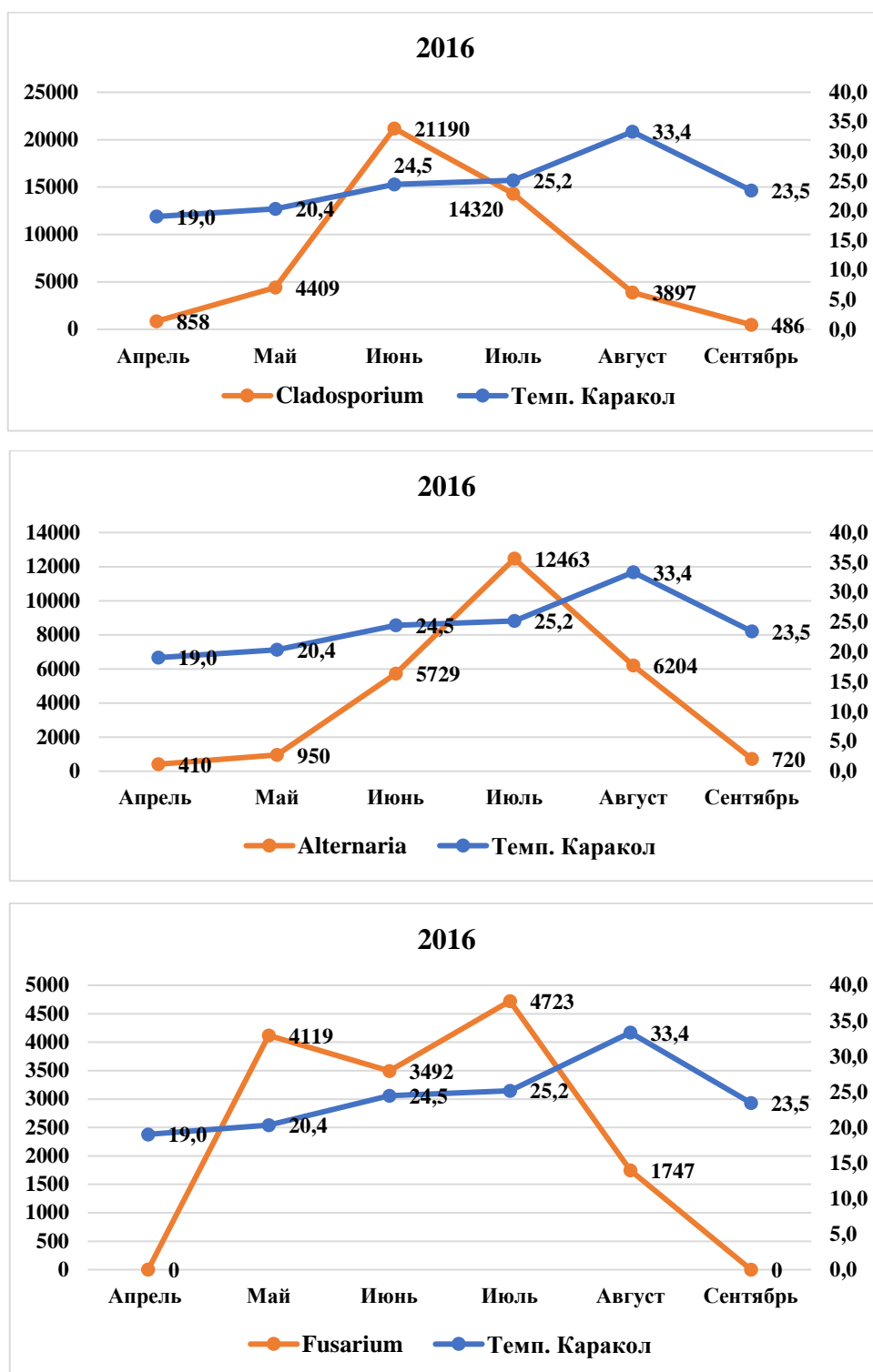


Рисунок 5.1.2.7 – Температуры воздуха в г. Каракол и концентрация спор *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium* в 2016 г.

В 2017 году повышение температуры, обеспечивая сухость окружающей среды, благоприятствовало выбросу спор в атмосферу. Это показано в данном исследовании в г. Каракол на спорах грибов *Cladosporium* и *Alternaria* (рис. 5.1.2.8). 60-76% спор грибов выпало в июне-августе. Максимальное суточное число спор *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium* в 2017 г. зафиксировано в конце июня – начале июля. Июль был максимально сухим за счет малого количества осадков (5 дней) и ясной погоды (19 дней). Почти такая же погода держалась в августе (6 дней осадков и ясной погоды за 17 дней). При температурах в 28,3°C отмечены высокие концентрации спор кладоспориума (65%). При этих же значениях температуры выпало 10,7% спор альтернарии. В отличие от 2016 года споры фузариума в 2017 году при температуре 23.5°C имели один пик и за все годы исследования составляли наибольшее количество, почти 18%.

Концентрация спор *Alternaria* на открытом воздухе как правило, наиболее высока в сухие, ветреные дни и обычно составляет от 500 до 1000 спор на м<sup>3</sup>. Хотя они могут быть обнаружены в воздухе круглый год, пиковые уровни обычно наблюдаются в конце лета - осенью [353]. Сухая дисперсия характерна для спор *Cladosporium*, *Alternaria*, *Epicoccum* и *Helminthosporium*, ржавчинных, головневых грибов и некоторых оомицетов, пик которых достигает в солнечный полдень [192].

Такие таксоны, как *Alternaria*, *Botrytis*, *Epicoccum*, *Ganoderma spp.* и *Drechslera*, встречаются в определенных странах регулярно с высокой концентрацией (с частотой более 50%) [341]. Более того, во время азиатских пыльных бурь споры грибов *Cladosporium*, *Alternaria*, *Botrytis* и др. имели значительно более высокие концентрации ( $p < 0,05$ ) [281]. Известно, что климатические условия Средней Азии весьма благоприятны для возникновения пыльных бурь: продолжительные периоды без дождя, наличие больших площадей песчаных и глинистых пустынь, бедность и слабая сомкнутость растительного покрова, частые штормовые ветры [146].

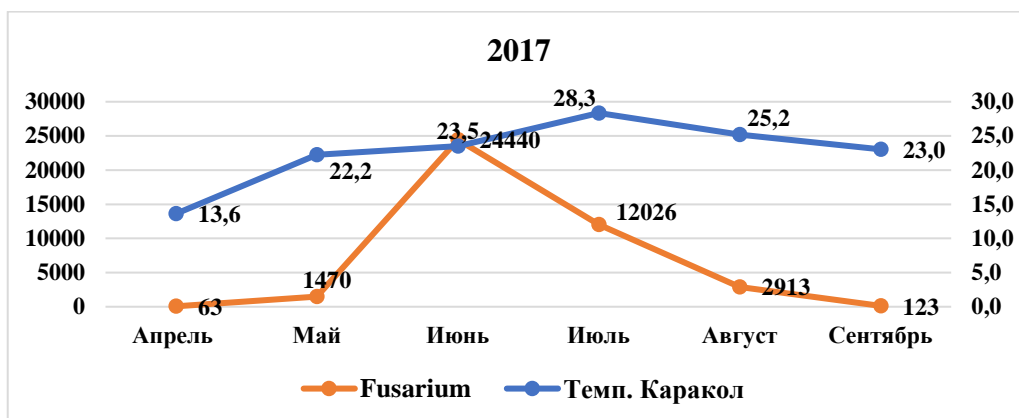
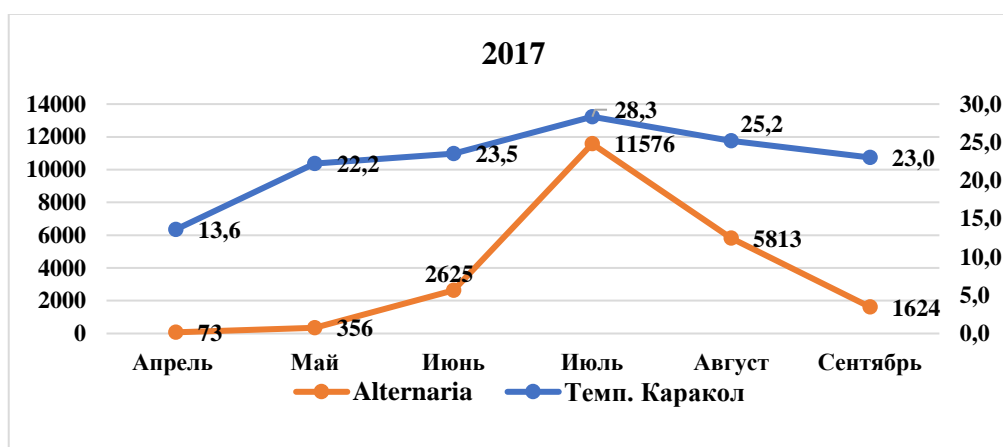
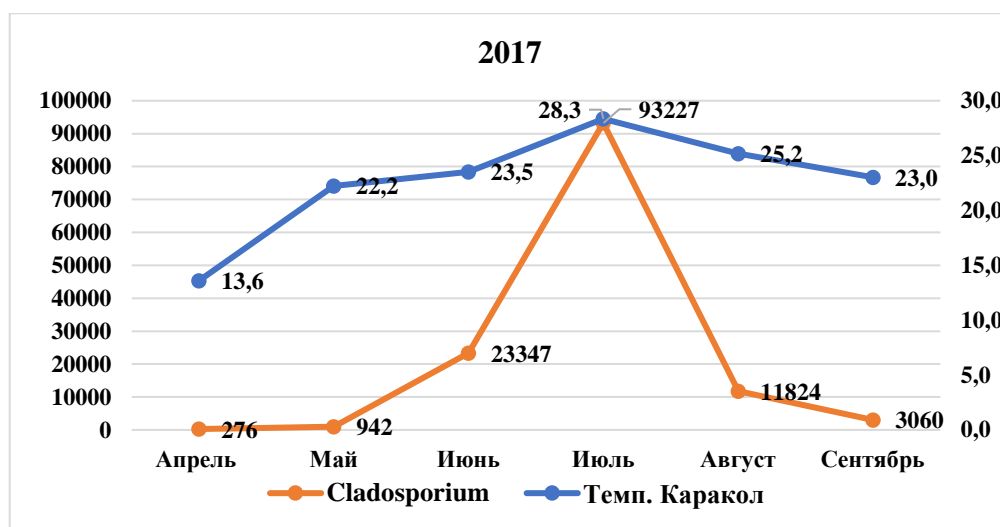


Рисунок 5.1.2.8– Температуры воздуха в г. Каракол и концентрация спор Cladosporium, Alternaria, Fusarium в 2017 г.

Таким образом, среднесуточная температура воздуха в г. Каракол была наиболее важной переменной и достоверно коррелировала с ежедневным количеством спор всех типов. Концентрация спор грибов в 2015-2017 гг. показала также зависимость от осадков. Здесь можно отметить сильную отрицательную корреляцию, когда значение одной переменной, т. е. осадков

увеличивается, значение другой переменной – количества спор грибов имело тенденцию к уменьшению (рис. 5.1.2.9). В дождливые дни биочастицы атмосферы становятся тяжелыми, поэтому они выпадают на землю. Это обстоятельство называется «омывание дождем» [346].

Для других переменных картина более сложная. Например, *Torula*, *Tilletia*, *Curvularia*, *Didymella* (впервые отмечена в Караколе в 3-й декаде июня 2017г.) не имеют сильной зависимости от метеопараметров. Некоторые исследователи отмечают, что связь этих типов спор с температурой была слабее. В частности, выделение и рассеивание спор дидимеллы не сильно зависит от температуры воздуха [320]. Вероятно, это зависит от наличия спор этих грибов в воздухе в малых концентрациях.

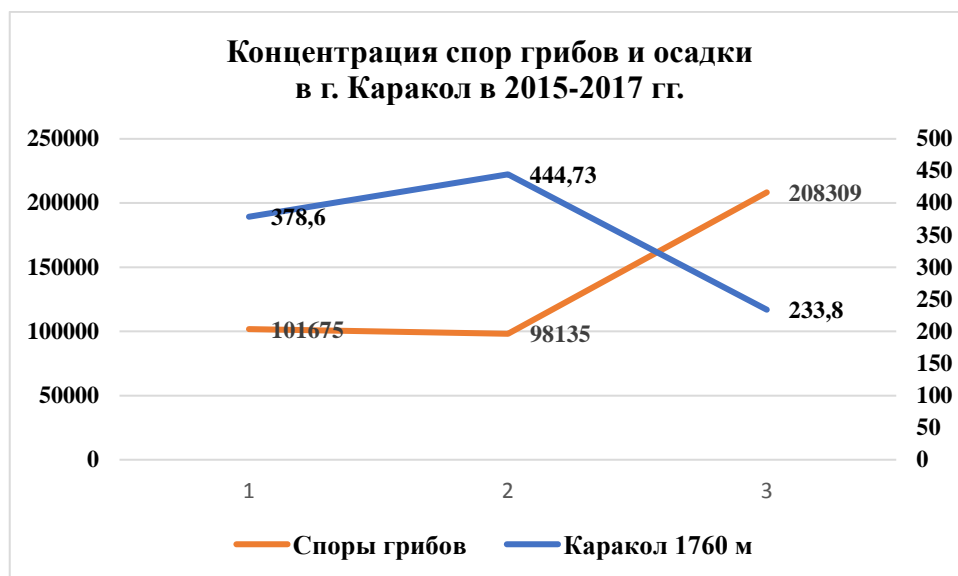


Рисунок 5.1.2.9 – Значения осадков и концентрации спор грибов

В связи с увеличением территории посевных земель и с более высокой температурой поверхности в городах, растет количество и таксономический состав спор грибов в воздухе городов. Луга, пахотные земли и хвойные леса определили в качестве основных потенциальных источников спор грибов [320]. По данным Бильдер И. В. (2004), которая проводила таксономический и биоэкологический анализ патогенной микобиоты еловых лесов северного Кыргызстана, наибольшую угрозу для ели тянь-шанской (*Picea schrenkiana*) представляют 8 видов микромицетов, большая часть из которых относится к

ржавчинным грибам [22]. Ржавчинный гриб - *Puccinia*, который тоже является паразитом хвойных деревьев впервые зарегистрирован в трех декадах июня 2016-2017 гг. в воздухе г. Каракол.

Три декады августа в г. Каракол определяются споры *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Ustilago*, *Aureobasidium Botrytis*, *Serpula Pyrenophora*, *Helminthosporium*, небольшие значения *Epicoccum*, *Tilletia*, *Puccinia*, *Torula*, *Drechslera*, *Stemphilium*, *Curvularia*, *Polythrincium*, *Phytophthora* и *Piricularia*. То есть, август – это месяц таксономического многообразия спор грибов. А уже в 3-й декаде сентября не фиксировались споры многих таксонов. Иными словами, в воздухе города содержится большое таксономическое разнообразие грибов.

Ранее мы сообщали, что увеличение продолжительности пыльцевого сезона и расширение сельскохозяйственных территорий определяют спорово-пыльцевой спектр в воздухе. Вследствие этого, в воздухе увеличивается количество пыльцы Роасеае и спор грибов. Беспрецедентная скорость глобального потепления и увеличения концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере оставляет мало шансов биологическим видам и экосистемам на приспособление к столь быстрым климатическим переменам. Это приводит к изменению географического распространения видов фитопатогенных грибов [116].

Изменение температуры может повлиять на колонизацию и рост грибов непосредственно через физиологию отдельных организмов, или косвенно, через физиологические эффекты на растения-хозяев или субстратов [389]. Установлено, что в городской среде по сравнению с природными территориями наблюдается накопление аллергенных видов грибов. Например, в центральной части г. Москвы содержание потенциально аллергенных грибов в приземных слоях воздуха в летний период достигает 50% от всех выделенных [239].

И результатом этого, полагаем, является присутствие в аэромикологическом спектре спор головневых (*Ustilago*, *Sorosporium*, *Tilletia*) и ржавчинных (*Puccinia*) грибов, которое, по видимому является следствием заражения ими зерновых культур. Полагаем, что растительность окрестностей

города существенно влияет на содержание спор грибов в самом городе. В связи с увеличением территории посевных земель и с более высокой температурой поверхности в городах, растет количество и таксономический состав спор грибов в воздухе городов. Определение факторов, наиболее влияющих на количественный и таксономический состав спор грибов в городах и других населенных пунктах – это актуальная задача.

**Заключение.** В наших исследованиях воздействие метеорологических факторов на пыльцу растений и споры грибов варьировало в разные годы. Иногда на концентрацию аэробιοчастиц средние значения температур играли не меньшее значение, чем максимальные. Или как отмечают некоторые исследователи поведение спор - это динамичное и сложное явление, и поэтому сложно разделить индивидуальные эффекты различных метеорологических параметров, поскольку грибы одновременно реагируют на комбинацию факторов [320].

Споры грибов являются важным компонентом биоаэрозолей и находятся в воздухе круглый год, поэтому считаются индикатором уровня биозагрязнения атмосферы. Избежать их присутствия в воздухе невозможно, но мы можем подсчитать их количество в атмосфере [316] и идентифицировать таксоны. Данные эти будут использованы для оценки риска аллергенных заболеваний, а также заболеваний сельскохозяйственных растений.

Экологическая пластичность, высокий коэффициент жизнеспособности спор грибов (выживаемость), выносит микромицетов на высокий уровень. Микромицеты колонизируют даже бетонные конструкции [41]. Поэтому, результаты аэробιοлогического мониторинга вносят большой вклад в экологию грибов, так как дают более достоверное представление о распространенности спор грибов в воздухе.

Знание максимальной среднесуточной годовой концентрации спор представляет особый интерес: во-первых, для аллергологии. Актуальность этого направления состоит в изучении и анализе распространения основных аэроаллергенов растительного происхождения с учетом уровня загрязнения атмосферного воздуха и метеорологических факторов, своевременное



информирование населения, озеленение населенных пунктов насаждениями с учетом их аллергенности. Во-вторых, для фитопатологии. И здесь, так как климатические изменения на планете имеют международное значение, своевременным является создание международной сети наблюдений за распространением заболеваний растений, и обеспечение постоянного обмена информацией между странами [116]. И в данном случае, наиболее значимым метеорологическим фактором, влияющим на циркуляцию спор грибов в воздухе является температура. Её повышение может способствовать появлению новых или распространению уже имеющихся аэроаллергенов и возбудителей болезней растений.

## **5.2. Изменения в землепользовании и аэриобиологический спектр**

Земля представляет главную основу для жизнеобеспечения и благосостояния людей, включая снабжение продовольствием, пресной водой и множеством других экосистемных услуг. Поэтому, для аграрного Кыргызстана, где более чем 50% населения занимается растениеводством, земля - это основной природный ресурс. В то же время интенсификация землепользования существенно влияет на аэриобиологический спектр населенных пунктов, на содержание в воздухе пыльцы растений и спор грибов.

Концентрация пыльцы в воздухе сильно коррелирует с интенсивностью цветения ветроопыляемых видов, произрастающих в местах мониторинга и вокруг них. То есть, пыльцевой спектр населенных пунктов зависит от своей декоративной и рудеральной городской флоры, от культур близлежащих сельскохозяйственных угодий.

Исходя из таксономического и количественного состава пыльцы растений спор грибов, выпавших в исследуемый период в г. Каракол, нами был проведен анализ архивных материалов об ассортименте выращиваемых культур в прошлые годы в окрестностях г. Каракол, в Прииссыккулье, материалы по посевным площадям и сельскохозяйственным культурам (архивные и современные источники).

По данным Всероссийской сельскохозяйственной и поземельной переписи от 1917 г. в г. Пржевальск высаживали сурепку, лен, коноплю, горох, мак опийный, клевер, картофель, свеклу, капусту (рис. 5.2.1) [33]. Архивные документы Кирколхозсоюза о землепользовании, об урожайности по Каракольскому кантону (1929-1930 гг.) показали, что в г. Каракол и его окрестностях выращивали - злаковые зерновые культуры: пшеница богарная, яровая, овес, ячмень; бобовые зерновые культуры; гречишные зерновые культуры: гречиха; кормовые культуры: люцерна, просо-кунак; технические культуры: лен поливной, лен долгунец (прядильный), лен кудряш (масличный), подсолнух богарный, горчица, сурепка, конопля богарная, поливная (прядильная); кенаф, табак; многолетние травянистые растения; однолетние травянистые растения; мак опийный (лекарственный); картофель, бахчевые культуры, корнеплоды [113].

В 1958г. выращивали злаковые зерновые культуры: пшеница, кукуруза, овес, ячмень; бобовые зерновые культуры; гречишные зерновые культуры: гречиха; кормовые культуры: просо; технические культуры: масличные (лен-кудряш), подсолнух богарный; многолетние травянистые растения; однолетние травянистые растения; мак опийный (лекарственный); картофель, бахчевые культуры, корнеплоды. На Пржевальском опытном поле Киргизского научного исследовательского института земледелия занимались выращиванием пшеницы, кукурузы, ячменя, овса; из технических культур - свеклы; овоще-бахчевых культур, картофеля, кормовых культур, многолетних трав, гороха, чечевицы, эспарцета, клевера, тимофеевки [120].

За исключением опийного мака и некоторых технических культур (кенаф, табак, конопля, лен), растениеводство с тех пор по видам культур не изменилось значительно. Вероятно, выросли площади посева культур. Эта мысль подтверждается работами, где указывается, что в северной агроэкологической зоне общая площадь обрабатываемых земель увеличилась с периода 1992-1996 до 2012-2016 гг. с 425 тысяч га до 480 тысяч га. Площадь, занятая под пшеницу, увеличилась более чем на 30%, возросли посевы высокотоварных культур, таких



Рисунок 5.2.1 - Данные Всероссийской сельскохозяйственной и поземельной переписи от 1917 г. в г. Пржевальск [33].

Удельный вес посевных площадей картофеля хозяйств Иссык-Кульской области в общей ее площади по республике составил 32,1% (1-е место). На долю посевных площадей кормовых культур хозяйств на область приходится 17,7% (3-е место) [65] (рис. 5.2.2).

Идет рост посевных площадей сельскохозяйственных культур под урожай, который в Иссык-Кульской области: в 2017 г. вырос на 1,1%, в 2018г. на 0,8%, в 2020 г. на 0,3%, в 2021 году, по сравнению с 2020 годом вырос на 0,4%. Скажем, под зерновыми культурами (без зернобобовых, риса и гречихи) в 2020 г. было занято 91992 гектара или 50,1 процента от всей посевной площади, что больше, чем в 2019г. на 1412 га [137].

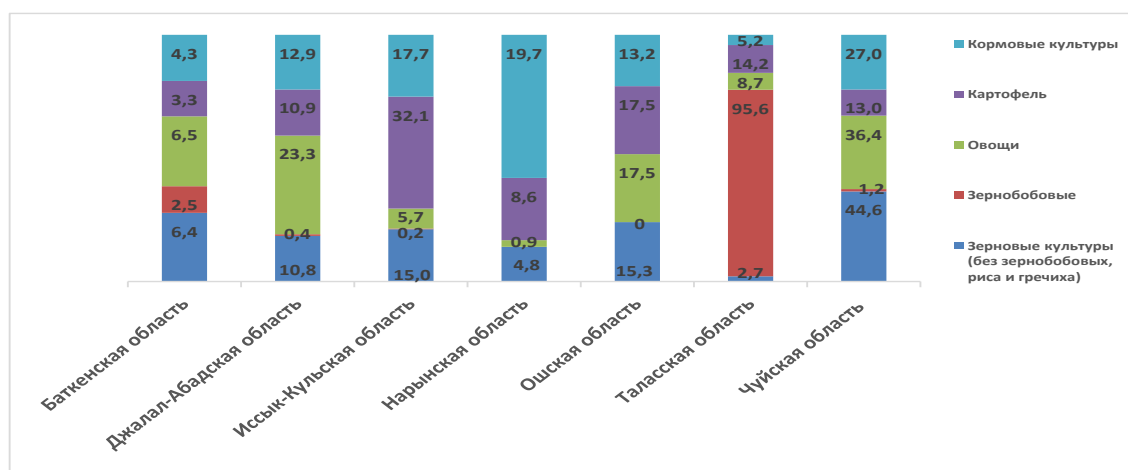


Рисунок 5.2.2 - Посевные площади основных сельскохозяйственных культур под урожай 2022г. по территории (в хозяйствах всех категорий; в процентах к итогу) [65].

В настоящее время в г. Каракол и вокруг города, на землях Ак-Суйского района высевают однолетние травы, многолетние беспокровные травы, кукурузу, овес, тритикале, ячмень яровой, пшеницу яровую и озимую, смесь колосовых, зернобобовые, гречиху. Выращивают технические культуры, кормовые культуры, картофель, овощи [65]. Из сельскохозяйственных культур наиболее важными для Прииссыккулья являются зерновые колосовые (яровая и

озимая пшеница, тритикале), зернобобовые (горох, кормовые бобы), кукуруза, кормовая и сахарная свекла, масличные, овощные, картофель, плодово-ягодные культуры, злаковые и бобовые однолетние и многолетние травы, а также лекарственные растения (ноготки, валериана, ромашка аптечная и др.).

Увеличение удельного веса посевов зерновых культур объясняется, по-видимому, ориентацией населения и местных органов власти на хлебную независимость. Рост посевов зерна и картофеля в области за эти годы обеспечен за счет расширения посевных площадей, что является показателем экстенсивности производства и одновременно за счет сокращения клина кормовых культур, в том числе посевов трав (табл. 5.2.1). Значительный рост площади пашен за последнее время объясняется переводом некоторых земель в эту категорию и распашки земель, находившихся под многолетними насаждениями.

Сумма показателей, приведенных в таблице, может служить достаточно полной характеристикой того, что количество действующих хозяйствующих субъектов сельского хозяйства растет. И возрастает объем сельхозпродукции, произведенной этими хозяйствами. С 2017 г. только в Иссык-Кульской области количество хозяйств выросло с 36 032 единиц до 37 802 единиц в 2021 г. [215].

Таблица 5.2.1 - Рост валового выпуска продукции сельского хозяйства Кыргызской Республики в текущих ценах, по категориям хозяйств и основным категориям растений (в млн. сомов)

Категории растений	Государственные хозяйства		Коллективные хозяйства		Крестьянские (фермерские) хозяйства		Личные подсобные хозяйства граждан	
	2017	2021	2017	2021	2017	2021	2017	2021
Зерновые и зернобобовые		242,6		756,3	24	38		2
	143,8		650,0		272,4	348,2	1 508,3	249,3
Картофель					16	20		11
	129,4	185,2	127,5	211,7	338,2	247,7	8 012,1	314,6
Овощи								17
	32,4	73,2	183,2	220,3	16759,0	25366,3	10974,7	003,1

По данным Европейской экономической комиссии число частных хозяйств, имеющих доступ к земле, росло с 50% в 1998 г. до 75% в 2001 г. [58].

Такой процесс происходит вследствие уничтожения естественных экосистем. Касиевым К. С. показано, что в последние годы идет процесс смены естественных фитоценозов искусственными, который в биосферной территории «Иссык-Кел» происходит под влиянием таких антропогенных факторов, как распаивание территорий под культурфитоценозы, посадку плодово-ягодных культур. За последние 20 лет площади зерновых и кормовых культур увеличились за счет степных и луговых сообществ более чем в 6 раз [86].

Виды землепользования и изменения в землепользовании существенно влияют на количественный и качественный состав пыльцы растений и спор грибов в воздухе населенных пунктов. Специальные исследования в этом плане показывают, что в сельской местности количественное содержание пыльцы трав гораздо больше, чем в городской [328]. В разные годы исследования в г. Каракол выпало пыльцы растений от 24 до 32 таксонов (всего идентифицировано 38 таксонов). Среди этих таксонов количество пыльцы трав варьировало от 69% до 97,5%, а пыльцы деревьев от 2,5% до 30,3%. То есть, увеличилось количество пыльцы трав, где доминирующее положение занимала пыльца злаковых, полыни, маревых, коноплевых. Пыльца полыни занимала 66,8% от всей пыльцы растений спектра. Сравнение полученных результатов с исследованиями 1997-1999 гг. в г. Каракол показали, что из 20 таксонов растений тогда доминировали (93,1%) все те же - злаковые, полынь, маревые. В контексте этого наблюдения мы сделали вывод о преобладании пыльцы *Poaceae* в воздухе урбанизированных территорий, которые окружены преимущественно аграрными ландшафтами. Известно, что растительность вокруг города может оказывать решающее влияние на концентрацию пыльцы в атмосфере [248].

Современные исследователи сходятся во мнении, что увеличение продолжительности пыльцевого сезона и расширение сельскохозяйственных территорий определяют спорово-пыльцевой спектр в воздухе. В частности,

увеличивается количество пыльцы злаковых (*Poaceae*) [313]. Тем более, что в последние десятилетия резко сократились масштабы озеленения в городской среде Каракола по сравнению с масштабами роста площади и населенности города. В это же время по абсолютным значениям доминировали пики спор, пиковое содержание пыльцы было менее значимым.

Спор грибов вырабатывается намного больше, чем пыльцы растений. Фегри и Ван дер Пэйл отмечали, что между распространением спор и опылением наблюдается большое различие. Обычная спора имеет относительно широкую экологическую нишу и может прорасти во многих местообитаниях [234]. Споры грибов переносятся с воздушными потоками на огромные расстояния, например возможно распространение спор ржавчинных грибов на расстояние в несколько тысяч километров, при этом они могут подниматься с воздушными потоками на высоту до 3 км, не теряя жизнеспособности. Во время переноса спор на большие расстояния они остаются в воздухе длительное время (несколько дней и даже месяцев) [49]. Споры одних видов грибов, находящиеся в воздухе, оседают, других видов почти не оседают и остаются в воздухе [21].

За период исследования в г. Каракол из 24 видов спор грибов (таблица 5.2.2), *Alternaria* и *Cladosporium* регистрировались весь сезон в годы наблюдения. Этот результат согласуется с другими исследованиями, которые показали, что кладоспориум является основным компонентом воздушной микобиоты в нескольких регионах мира и преобладает над другими видами спор [412, 381]. Споры кладоспориума - большой и широко распространенный повсюду род грибов, обычно превосходят численностью все другие наружные биоаэрозоли. В период вегетации растений более 40% всех обнаруженных в воздухе спор связано с широким распространением видов кладоспориума на растениях и в почве. В тропических районах количество спор достигает 82,3% [128].

Пастбища и поля с зерновыми культурами в Кыргызстане являются особенно значимыми источниками спор *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Helminthosporium*. Высокие уровни спор ржавчинных и головневых

грибов являются результатом заражения ими зерновых культур [192]. Альтернания и кладоспориум поражают как дикорастущие, так и культурные растения (картофель, помидоры, персики). Их споры имеют размеры не более 10 мкм (*Cladosporium macrocarpum* -5-8 мкм). Отмечено, что виды рода *Alternaria* часто обнаруживаются на злаках и считаются возбудителями чёрного зародыша и листовой пятнистости зерновых культур во многих странах мира. Они способны «загрязнять» зерно своими метаболитами, токсичными не только для растений, но и для человека и животных [36]

Имеет важное значение и зависит от многих факторов перемещение спор грибов в воздухе и их осаждение, особенно в отношении фитопатогенных грибов. Быстрее осаждаются споры более крупных размеров, медленнее – более мелкие [21].

Споры альтернании компенсируют свою меньшую концентрацию в воздухе большим размером (от 2 до 10 мкм), способствуя этим большему содержанию аллергенных белков в поверхностном слое. Роль тандема спор грибов кладоспориума и альтернании, широко распространенных доминантных таксонов, как этиологически значимых в развитии аллергических заболеваний известна во многих странах мира [204, 274, 426].

Третьим таксоном в рейтинге по частоте встречаемости спор грибов в воздухе г. Каракол является фузариум (3,15-14,3%), не превышающий размер 10 мкм. Большинство грибов этого рода - фитотрофы, вегетирующие на растениях разных семейств (гороха, фасоли, огурцов, дыни, арбузов, томатов). Они вызывают у них различные патологические симптомы - гниль корней, семян, плодов, а также общее угнетение и преждевременное увядание. Ранее в аэриобиологических исследованиях идентифицированы споры грибов устилаго, торулы, серпулы, триходермы, никогда ранее не определявшихся в образцах других пунктов наблюдения республики, поэтому их можно считать индикаторной чертой спектра г. Каракол [105].

Таблица 5.2.2 - Типы грибов г. Каракол (2015-2017 гг.) (24 таксона)



Названия грибов	Отдел	Класс	Порядок	Семейство
Фома ( <i>Phoma</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	
Диплодия ( <i>Diplodia</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Botryosphaeriales</i>	<i>Botryosphaeriaceae</i>
Кладоспориум ( <i>Cladosporium</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Cladosporiales</i>	<i>Cladosporiaceae</i>
Дидимелла ( <i>Didymella</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Didymellaceae</i>
Эпикоккум ( <i>Epicoccum</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Didymellaceae</i>
Сороспориум (головневый гриб) ( <i>Sorosporium</i> )	<i>Basidiomycota</i>	<i>Ustilaginomycetes</i>	<i>Ustilaginales</i>	<i>Glomosporiaceae</i>
Гельминтоспориум ( <i>Helminthosporium</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Massarinaceae</i>
Политринциум ( <i>Polythrincium</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Mycosphaerellales</i>	<i>Mycosphaerellaceae</i>
Фузариум ( <i>Fusarium</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Sordariomycetes</i>	<i>Hypocreales</i>	<i>Nectriaceae</i>
Пирикулярия ( <i>Piricularia</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Sordariomycetes</i>	<i>Magnaporthales</i>	<i>Piriculariaceae</i>
Альтернария ( <i>Alternaria</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Pleosporaceae</i>
Стемфилиум ( <i>Stemphilium</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Pleosporaceae</i>
Дрехслера ( <i>Drechslera</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Pleosporaceae</i>
Курвулария ( <i>Curvularia</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Pleosporaceae</i>
Пиренофора ( <i>Pyrenophora</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Pleosporaceae</i>
Пукциния (ржавчинный гриб) ( <i>Puccinia</i> )	<i>Basidiomycota</i>	<i>Pucciniomycetes</i>	<i>Pucciniales</i>	<i>Pucciniaceae</i>
Фитофтора ( <i>Phytophthora</i> )	<i>Oomycota</i>	<i>Oomycetes</i>		<i>Pyriculariaceae</i>
Ауреобазидиум ( <i>Aureobasidium</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Dothideales</i>	<i>Sacrotheciaceae</i>
Ботритис ( <i>Botrytis</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Leotiomyces</i>	<i>Helotiales</i>	<i>Sclerotiniaceae</i>
Серпула (домовой гриб) ( <i>Serpula</i> )	<i>Basidiomycota</i>	<i>Agaricomycetes</i>	<i>Boletales</i>	<i>Serpulaceae</i>
Тиллеция (головневый гриб) ( <i>Tilletia</i> )	<i>Basidiomycota</i>	<i>Exobasidiomycetes</i>	<i>Tilletiales</i>	<i>Tilletiaceae</i>
Торула ( <i>Torula</i> )	<i>Ascomycota</i>	<i>Dothideomycetes</i>	<i>Pleosporales</i>	<i>Torulaceae</i>

Уроцистис ( <i>Urocystis</i> )	<i>Basidiomycota</i>	<i>Ustilaginomycete</i> <i>s</i>	<i>Urocystidales</i>	<i>Urocystidaceae</i>
Устилаго (головневый гриб) ( <i>Ustilago</i> )	<i>Basidiomycota</i>	<i>Ustilaginomycete</i> <i>s</i>	<i>Ustilaginales</i>	<i>Ustilaginaceae</i>

Благодаря развитию «зерновой независимости» региона, расширению площадей под зерновые культуры (яровая и озимая пшеница, тритикале (кормовая пшеница), повышение ассортимента выращиваемых культур и растительные патогены привели к тому, что в воздухе г. Каракол появились споры ржавчинных и головневых грибов, тиллеции (*Tilletia*), сороспориума (*Sorosporium*) и пукцинии (*Puccinia*). Эти фитопатогены инфицируют многие дикорастущие и культурные растения. В воздухе города отмечены также грибы, которые могут оставаться несколько лет живыми на семенах растений, например стемфилиум (*Stemphylium*). Отмечены споры гриба серпула (*Serpula*). Известно, что они могут вызывать аллергию у проживающих в зараженных грибом помещениях, а у больных бронхиальной астмой – обострение болезни [127].

Ведущим семейством по числу заражаемых видов являются злаки, на представителях которых обитает более половины всех головневых грибов, около 600 видов [127]. Для многих фитопатогенов аэриобиологический путь распространения имеет большое значение в передаче заболеваний растений, животных и человека. Небольшой размер аэроспор позволяет им глубоко проникнуть в бронхи, что в свою очередь может привести к аллергическим реакциям нижних дыхательных путей, таких как астма и аллергический альвеолит. Следовательно, споры грибов в воздухе Каракола содержатся в достаточной и все возрастающей концентрации, чтобы оценить их аллергенный потенциал.

В результате исследования нами был получен материал, анализ которого позволил заключить, что все 24 таксона идентифицированных спор грибов являются паразитами растений (табл. 5.2.3).

Таблица 5.2.3 - Таксономический состав спор грибов г. Каракол

№	Наименование таксонов (24 таксона)	Болезни сельхозкультур, вызываемые фитопаразитами
1	Кладоспориум ( <i>Cladosporium</i> )	Космополит. Кладоспориоз плодовый, ячменный, травяной. Кладоспориоз томатов и огурцов
2	Фузариум ( <i>Fusarium</i> )	Космополит. Фузариоз злаковый, корневая и зерновая гниль злаков; огурцы, тыква, томаты, картофель, люцерна, клевер, груша, хвойные; зернобобовые культуры (люцерна, клевер, люпин, вика)
3	Альтернария ( <i>Alternaria</i> )	Космополит. Альтернариоз бумажный, пасленовый; люцерны, клевера, пшеницы капусты, огурцов, моркови, сельдерея, укропа и других зонтичных; альтернариоз зерна злаков и хлопчатника
4	Устилаго ( <i>Ustilago</i> )	Космополит. Головня злаков (пыльная головня пшеницы, пыльная головня и твердая головня овса; пыльная, твердая, черная головня ячменя; пузырчатая головня кукурузы)
5	Сороспориум ( <i>Sorosporium</i> )	Пыльная головня кукурузы, проса
6	Авреобазидиум ( <i>Aureobasidium</i> )	Космополит. Авреобазидиоз почкующийся клевера
7	Ботритис ( <i>Botrytis</i> )	Космополит. Ботритис серый. Серая гниль капусты; шейковая гниль лука, чеснока, моркови, клевера; стеблевая гниль гречихи и конопли; ботритис ягодных кустарников и плодовых деревьев
8	Серпула (Домовый гриб) ( <i>Serpula</i> )	Настоящий домовый гриб (серпула плачущая). Хвойные породы
9	Пиренофора ( <i>Pyrenophora</i> ) Это сумчатая стадия гельминтоспория	Пиренофороз (жёлтая пятнистость) злаковых (в основном, пшеницы)
10	Гельминтоспориум ( <i>Helminthosporium</i> )	Гельминтоспориум пасленовый. Гельминтоспориоз злаков, бобовых Картофель
11	Эпикоккум ( <i>Epicoccum</i> )	Эпикоккум забытый; эпикоккум пурпурный кукурузы и конопли

12	Тиллеция (Вонючая головня) ( <i>Tilletia</i> )	Космополит. Твердая, карликовая, гладкая головня пшеницы, головня ржи
13	Пукциния (Ржавчинный гриб) ( <i>Puccinia</i> )	Пукциния (ржавчина) корончатая овса, стеблевая (линейная) ржавчина злаков, бурая (листовая) ржавчина пшеницы и ржи; пукциния астровых, полевицы, эстрагона, сельдерея, петрушки, лука, чеснока, щавеля, укропа, сафлора, подсолнечника, ромашки, ягодных кустарников и плодовых деревьев
14	Торула ( <i>Torula</i> )	Торула пшеницы
15	Дрехслера ( <i>Drechslera</i> )	Дрехслера злаковая; дрехслера мутовчатая овса, ячменя, ржи, пшеницы
16	Стемфилиум ( <i>Stemphylium</i> )	Космополит. Стемфилий кистевидный, пасленовый, коноплевый; лук, морковь, фасоль, капуста, люпин, люцерна, горох
17	Курвулария ( <i>Curvularia</i> )	Космополит. Курвулария ржи, кукурузы, ячмени, пшеницы, гороха, клевера
18	Политринциум ( <i>Polythrincium</i> )	Политринций клевера
19	Уроцистис ( <i>Urocystis</i> )	Стеблевая головня пшеницы; стеблевая головня ржи; уроцистис ячменя; головня лука
20	Дидимелла ( <i>Didymella</i> )	Пурпуровая пятнистость малины
21	Диплодия ( <i>Diplodia</i> )	Сухая гниль и диплодиоз початков кукурузы, конопли, овощных; диплодиоз травянистых и древесных растений
22	Фитофтора ( <i>Phytophthora</i> )	Космополит. Фитофтороз картофеля (картофельная гниль). Томаты, некоторые сорные пасленовые
23	Пирикулярия ( <i>Piricularia</i> )	Пирикулярия серая. Пирикуляриоз злаковых
24	Фома ( <i>Phoma</i> )	Фома скудная картофеля; фома укропа, сельдерея, капусты, тыквы, бобовых, абрикоса, яблок, барбариса, крыжовника, малины; фома клевера; фома сосны; фома Рострупа моркови

Другие исследования также показывают, что среди основного видового состава паразитные грибы занимают большое место. Так, в Казахском Алтае, где выявлено 1454 видов и форм грибов, относящихся к 9 классам, грибы-паразиты составляют 49, 86% (725 видов) из этого числа. Здесь представлены

известные роды мучнисторосяных, ржавчинных и головневых грибов, паразитирующие на травянистой и древесно-кустарниковой растительности [195]. В Беларуси отмечено, что ржавчинные грибы развивались на 46 видах питающих растений из 13 семейств [41]. Распределение микромицетов зависит от их приуроченности к питающим растениям. Например, богатство видового состава древесно-кустарниковых пород и травянистой растительности северных и северо-восточных склонов Цахкуняцского хребта в Армении в сочетании с благоприятными климатическими условиями способствовало развитию разнообразной микоты [175]. Необходимо отметить также, что при потеплении климата возможно расширение ареала теплолюбивых видов фитопатогенных грибов [115]. То есть, возбудители болезней сельскохозяйственных культур уже реагируют на изменение климата, что может привести к преимущественному развитию фитопатогенов.

Таким образом, интенсификация землепользования существенно влияет на аэриобиологический спектр населенных пунктов, на содержание в воздухе пыльцы растений и спор грибов. Этот процесс, по-видимому, увеличивает количественное и таксономическое содержание аэропланктона в атмосферном воздухе г. Каракол. При этом, в воздухе присутствуют потенциально опасные для здоровья человека аллергенные таксоны пыльцы растений и спор грибов, а также фитопатогенные таксоны спор грибов. Эти возбудители болезней растений наносят огромный вред сельскохозяйственным культурам. Об этом свидетельствуют работы, например, где указывается на фузариоз колоса в Краснодарском и Ставропольском краях Российской Федерации, который приводит к серьезным потерям урожая картофеля и зерновых; ежегодный недобор урожая от болезней в 18 - 20% в сельском хозяйстве Башкирии, или когда от пукцинии (*Puccinia graminis*), вредоносного фитопатогена, вызывающего стеблевую (линейную) ржавчину зерновых, недобор урожая достигает 60 - 70% [37, 170].

Изменение климата приводит к трансформации влияния фитопаразитов на сельхозкультуры и переселению. Экспансия болезней растений особенно влияет

на страны, экономика которых сильно зависит от сельского хозяйства. Прогнозируется, что урожайность сельскохозяйственных культур в странах Центральной Азии значительно снизится, что создаст серьезную угрозу продовольственной безопасности [72].

**Заключение.** Изменение климата может осложнить фитосанитарную обстановку. Системы землепользования претерпевают трансформацию в виде неправильного севооборота, некачественной обработки почвы. Международная торговля сельхозпродукцией может повысить уровень интродукции чужеродных растений, вместе с которыми могут прибыть новые фитопатогены.

Пыльца злаковых, полыни, маревых - лидеры воздушного спектра г. Каракол. Полынь, злаковые, маревые, коноплевые – абсолютные лидеры всех исследуемых годов. Увеличилось количество таксонов трав. В воздухе увеличивается количество пыльцы *Poaceae*.

Наблюдались высокие концентрации спор грибов. В результате исследования идентифицировано 24 таксона спор грибов, которые все без исключения являются паразитами растений. По количественному составу в воздухе г. Каракол из года в год стабильно доминировали споры кладоспориума и альтернрии, имеющие высокую аллергенную активность. По частоте встречаемости спор грибов в атмосфере третьим таксоном является фузариум. Преимущественное большинство грибов этих таксонов - фитопатогены. Идет рост количественного и таксономического содержания спор грибов, являющихся аллергенами для человека и фитопатогенами, вызывающих заболевания культурных растений.

Расширение площади сельскохозяйственных угодий в Иссык-Кульской области, повышение ассортимента выращиваемых культур и растительные патогены привели к тому, что в воздухе увеличилось число и спектр таксонов спор и появились споры ржавчинных и головневых, ранее не идентифицированных в аэриобиологических образцах. Разработанный нами дихотомический определитель воздушных спор повысит эффективность

дифференциальной диагностики аэроаллергенов и паразитов сельхозкультур под световым микроскопом (Приложение 6).

Ассортимент культурных растений в регионе за последние почти 100 лет изменился. Процесс расширения посевных площадей в Иссык-Кульской области Кыргызской Республики повлиял на аэриобиологический спектр воздуха населенных пунктов. Увеличение продолжительности пыльцевого сезона и расширение сельскохозяйственных территорий и изменения в землепользовании определяют спорово-пыльцевой спектр в воздухе.

## **ГЛАВА VI. АЭРОАЛЛЕРГЕНЫ КАК ИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОЙ ТРИАДЫ: ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Процессы, характеризующие характер заболеваемости, сложны и противоречивы, и в целом, их можно рассматривать как ответную реакцию организма человека на изменения социально-экономической и экологической среды. В 70-х годах XX-го века, по данным ВОЗ, состояние смешанных контингентов людей в разных странах в среднем на 50-60% зависело от экономической обеспеченности и образа жизни, на 18-20% от состояния окружающей среды и на 20-30% от уровня медицинского обслуживания. Современной гигиенической наукой установлено, что ухудшение состояния окружающей среды повышает уровень заболеваемости населения в среднем на 20%. Развитие промышленности, городских агломераций, увеличение потока автотранспорта и шума существенно влияют на окружающую среду, и как следствие - на здоровье населения в целом. То есть, экологические детерминанты здоровья играют не менее важную роль в укреплении, поддержании и восстановлении здоровья, чем биологические, социальные и поведенческие факторы [416].

В последние годы определенные исследования медико-биологической науки посвящены проблемам влияния изменения климата на аэропланктон (компонентов микрофлоры воздуха), который имеет уникальные способности выживать и размножаться, генетически и морфологически изменяться, и нести негативные последствия для человечества. Особое значение приобрели аэриобиологические исследования в связи с повсеместным ростом числа заболеваний - поллинозов, вызванных аэроаллергенами. Пыльцевые зерна, благодаря наличию в их составе специфических белков - аллергенов, могут служить причиной аллергических заболеваний человека.

Для Кыргызской Республики характерны проявления симптомов поллиноза. Возрастающий уровень биологической загрязненности (в том числе пылью растений и спорами грибов) и загрязнение окружающей среды,



изменения иммунного статуса у населения обусловили масштабное распространение поллинозов. В связи с этим, необходимо изучение содержания пыльцы растений и спор грибов в воздухе городов Кыргызской Республики и оценке их вклада в развитие поллинозов в свете изменения климата.

Куприянов С. Н. (1978) выделяет 3 семейства, пыльца представителей которых в наибольшей степени сенсibiliзирует человека: злаковые (*Poaceae*), астровые (*Asteraceae*), в частности, полынь и амброзия, и маревые (*Chenopodiaceae*). Кроме злаков, в десятку глобальных аэроаллергенов входит пыльца березы, ивы, платана, маслины. Из вышеперечисленных видов 90% выпали на слайды ловушки в г. Каракол. Пыльца ведущих аэроаллергенов - полыни, злаков, маревых - содержится в воздухе г. Каракол в значительных количествах и значительный период (до 150 дней). Качественный и количественный состав пыльцы в воздухе разных лет практически идентичен, но имеются и отличия в преобладании и наличии определенных таксонов. Таксономический состав пыльцевых аллергенов в воздухе и пыльца отдельных таксонов определяет частоту возникновения поллинозов. В г. Каракол наибольшую опасность представляет пыльца сорных трав (полыни, маревые) в летне-осенний период, максимальная концентрация которой представлена на рисунке 6.1.

Среди спор грибов – мировые аллергены – это *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus* и *Penicillium*. В воздухе количество спор в течение года и в разные годы меняется в широких пределах, достигая высоких концентраций летом из-за наличия в почве питательных веществ и комплекса метеофакторов. На их распространение и развитие большое влияние оказывают высота места над уровнем моря, экспозиция склона, температура, количество выпадающих осадков и другие факторы [18].

Поэтому в воздухе г. Каракол пиковые концентрации аэроспор (рис. 6.2) наблюдались летом и в начале осени, когда за дождливыми днями наступали солнечные, сухие и ветреные дни. Ранее отмечалось, что вторая половина лета

характеризуется массовым развитием головневых, мучнисто-росяных грибов [55].

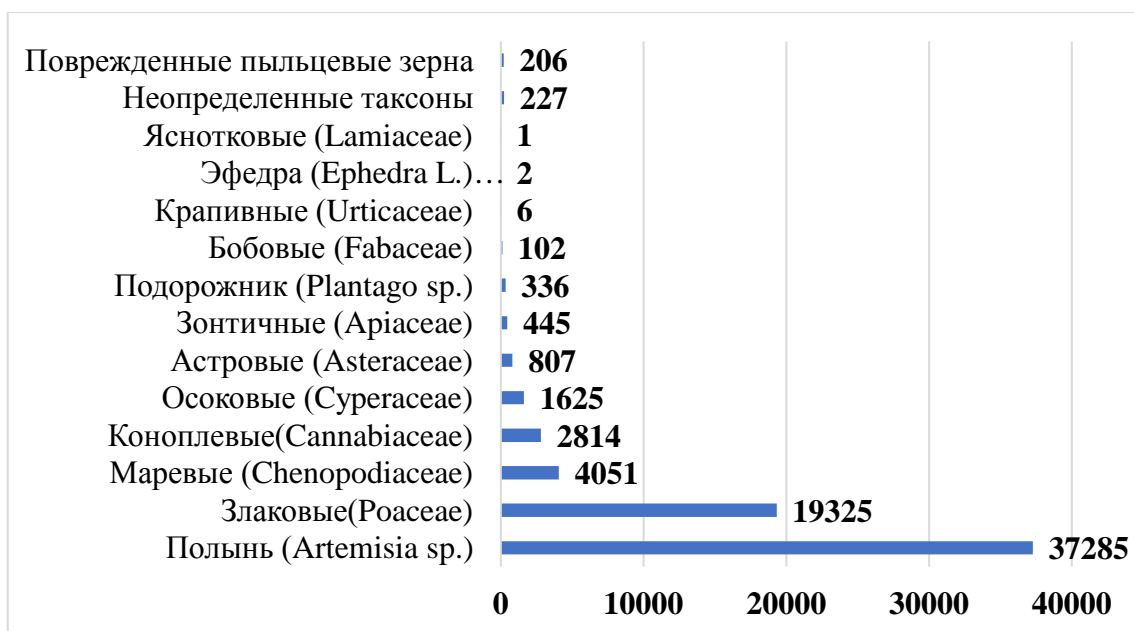


Рисунок 6.1 - Количественный состав пыльцы трав (п. з./м³) г. Каракол

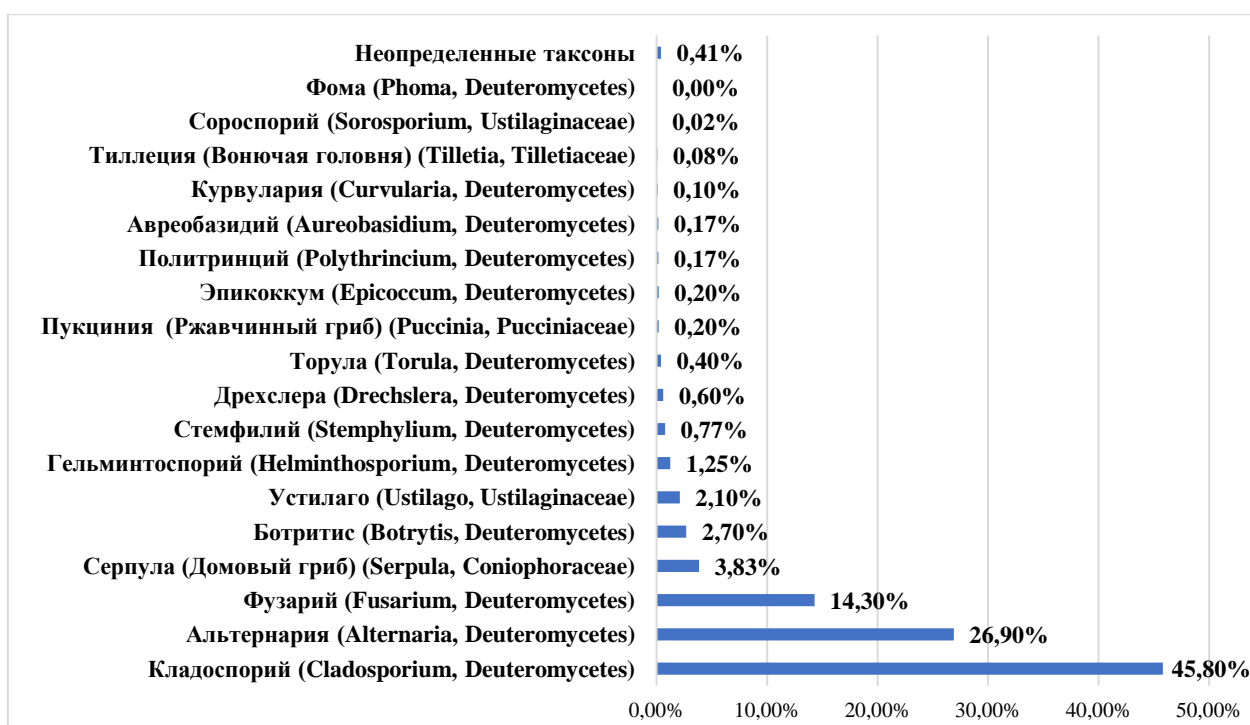


Рисунок 6.2 - Качественный состав спор грибов, % г. Каракол

Численность населения г. Каракол на 2019 год составила 77,752 тыс. человек, среди них 34,630 тыс. мужчины, 43,122 тыс. женщины. По данным 2016-2019 гг. Иссык-Кульского областного медицинского информационного центра,

наблюдается тенденция роста уровня заболеваемости населения г. Каракол, как среди взрослых и подростков старше 14 лет, а также детей до 14 лет (рис. 6.3).



Рисунок 6.3 - Заболеваемость по основным классам взрослых и детей за 2014-2019 гг.

Основной вклад в формирование заболеваемости взрослого населения города вносят болезни органов дыхания (16%), пищеварения (16%), мочеполовой системы (15%), кровообращения (12%). У детей преобладают болезни органов дыхания (42%). На рисунке 6.4 представлена заболеваемость по аллергическому риниту (поллинозу) взрослых и детей в г. Каракол за 2015 – 2019 гг. Как видно из данных, наблюдается резкий рост данного заболевания с 2016 года, где особенно чувствительными оказываются дети (рис. 6.5).

Поллиноз поражает преимущественно слизистые оболочки, верхние дыхательные пути, вызывая сезонный аллергический ринит, синусит, назофарингит, ларингит и поражение слизистой смежных областей; глаза, вызывая конъюнктивит. В некоторых случаях болезнь может проявляться в виде кашля, свистящего дыхания, одышки и приступов удушья, вплоть до развития бронхиальной астмы. Поллиноз опасен тем, что может спровоцировать развитие бронхиальной астмы (наличие аллергического ринита в 3 раза увеличивает риск развития бронхиальной астмы).



Рисунок 6.4 - Заболеваемость по аллергическому риниту взрослых и детей за 2015-2019 гг.

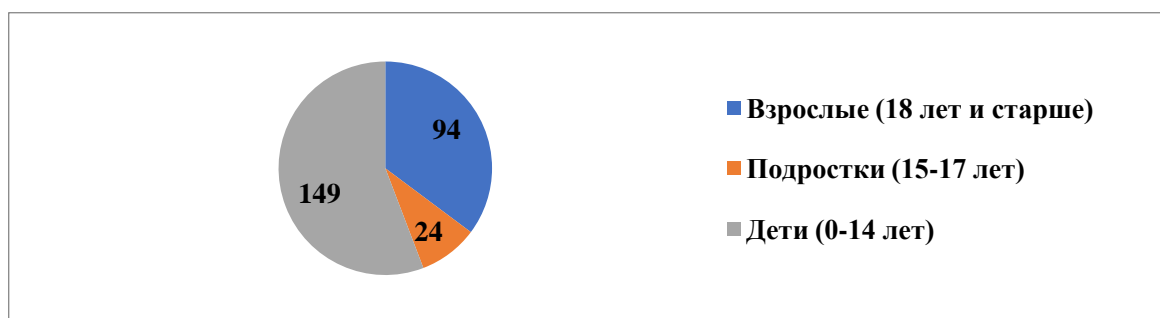


Рисунок 6.5 - Заболеваемость по аллергическому риниту по возрастным группам (абсолютное число) за 2019 г.

Знание и использование сведений по спорово-пыльцевому спектру той или иной местности имеют большое значение в работе врачей по профилактике поллинозов. К сожалению, в сезон обострения аллергии на пыльцу растений, не все пациенты могут обращаться к аллергологам, так как последних в Кыргызской Республике (особенно, в регионах) категорически не хватает. В таких случаях пациенты попадают к семейным врачам или терапевтам, педиатрам, и соответственно они не могут получить квалифицированную аллергологическую помощь. Половина больных аллергическим ринитом вообще не обращается к врачу, другие обращаются, когда их симптомы становятся невыносимыми. Очень часто бывает так, что аллергию на пыльцу, особенно у детей, принимают за ОРЗ. Данные таблицы 6.1 показывают, что заболеваемость респираторными

заболеваниями растет как среди детей, так и среди взрослых и подростков. Абсолютное число случаев заболевания болезнями органов дыхания у детей в возрасте до 14 лет увеличилось с 76 519 в 2013 году до 125 883 в 2017 году. В 2013 году примерно треть всех детей, живущих в Бишкеке, страдали заболеваниями органов дыхания, в 2017 году эта доля увеличилась до 46%.

Таблица 6.1 - Данные заболеваемости отдельными заболеваниями среди взрослых, подростков, детей, г. Бишкек

Данные заболеваемости среди взрослых и подростков, г. Бишкек (зарегистрировано больных впервые в жизни, взрослые и подростки)						
Класс болезней	2013		2016		2017	
	Абс.	На 100 тыс.	Абс.	На 100 тыс.	Абс.	На 100 тыс.
Аллергический ринит(поллиноз)	998	147,3	1,712	242,0	2,139	297,8
Бронхиальная астма	140	20,7	259	36,6	245	34,1
Данные заболеваемости детей г. Бишкек (зарегистрировано больных впервые в жизни, детей до 14 лет)						
Класс болезней	2013		2016		2017	
	Абс.	На 100 тыс.	Абс.	На 100 тыс.	Абс.	На 100 тыс.
Аллергический ринит(поллиноз)	468	205,5	813	310,5	1,256	460,0
Бронхиальная астма	57	25,0	84	32,1	98	35,9

Вместе с тем, неуклонно растет количество людей, страдающих аллергией. Причиной считаются качество окружающей среды, качество продуктов питания, увеличение потребления лекарств. Глобальное потепление названо ведущей причиной увеличения числа аллергиков. Таксономический состав пыльцевых аллергенов в воздухе и пыльца отдельных таксонов определяет частоту возникновения поллинозов. Таксономическое разнообразие пыльцы растений (пыльца сорных трав, деревьев) и спор грибов (с мировыми аллергенами - *Alternaria* и *Cladosporium*) г. Каракол, с максимальной концентрацией в летне-осенний период, полагаем, уже является одной из причин роста заболеваемости поллинозом.

Изменение климата связано с увеличением продолжительности пылевых сезонов, увеличением производства пыльцы, изменением типов пыльцы, наблюдаемых в конкретном месте, и увеличением аллергенности пыльцы. Поскольку пыльца может негативно влиять на такие показатели здоровья, как аллергия и астма, любое увеличение количества пыльцы, связанное с изменением климата, может привести к увеличению бремени астмы и аллергии.

По прогнозам экспертов ожидается, что к 2100 г. в Кыргызской Республике приземная температура повысится на 1-3,5°C, изменится режим осадков [88]. В программе по изменению климата Кыргызстана не отражена грядущая тенденция в отношении аллергических заболеваний, включая поллинозы. В то же время около 66% от прогнозируемых изменений в пылевой аллергии связаны с изменением климата и как следствие естественного расселения инвазивных аллергенных видов растений по всему миру. Изменение климата, в сочетании с воздействием загрязнителей воздуха, может иметь потенциально серьезные неблагоприятные последствия для здоровья человека. С повышением температуры и УФ-радиации будет связано превышение концентраций озона и твердых частиц в приземном слое. Загрязнение воздуха может привести к утяжелению течения аллергических заболеваний и развитию бронхиальной астмы у людей [284].

В настоящее время разработан комплексный подход - концепция «Единое здоровье», суть которой заключается в том, что здоровье людей, животных и экосистем взаимосвязано, поэтому она принята как на национальном, так и на глобальном уровнях. Она включает в себя применение скоординированного, совместного, междисциплинарного и межсекторального подхода для устранения потенциальных или существующих рисков, возникающих на стыке, окружающая среда - животное - человек - экосистемы. К сфере применения концепции «Единое здоровье» относится целый ряд проблем, в том числе, ущерб здоровью окружающей среды, например загрязнение воды, загрязнение воздуха и изменение климата [32]. Исходя из вышеназванных проблем, была необходима разработка актуальной концепции: «Аэроаллергены

как индикаторы антропогенной триады: изменения климата и системы землепользования; загрязнения окружающей среды». Схематически это представлено на рисунке 6.6.

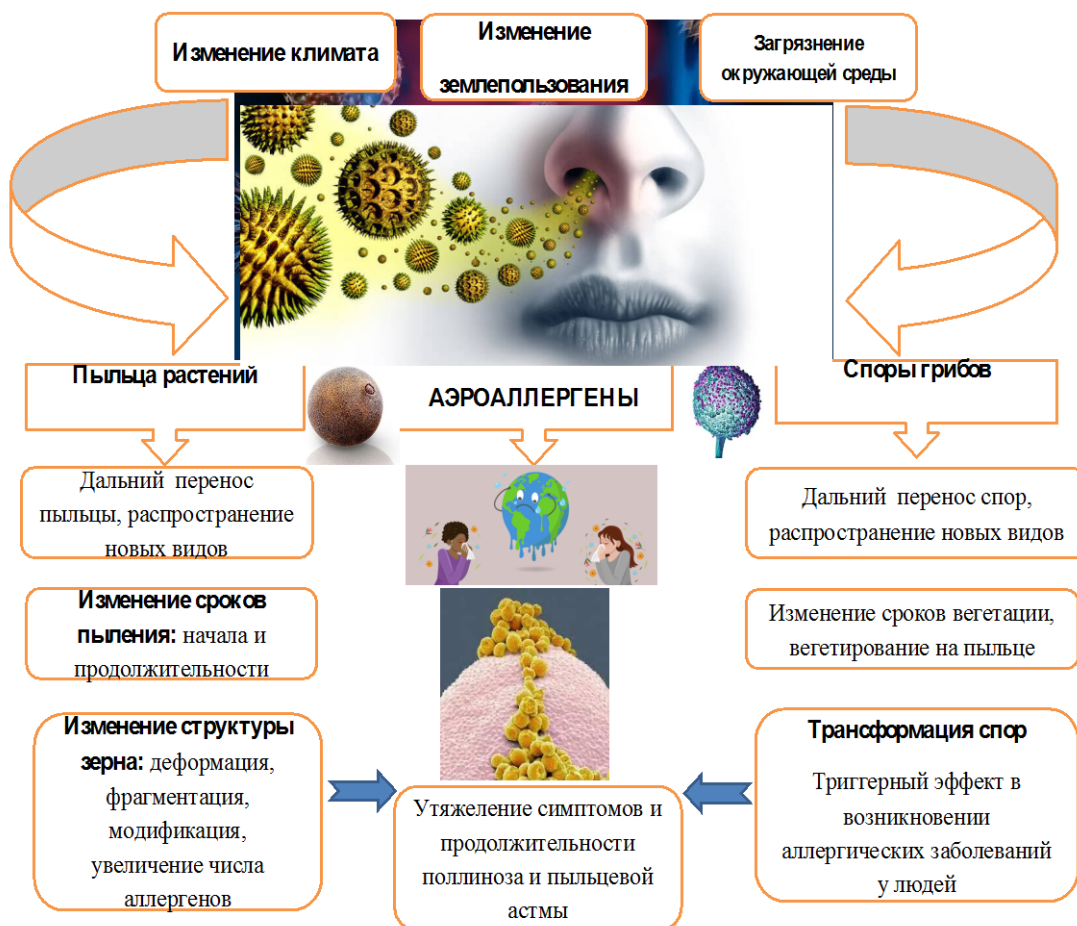


Рисунок 6.6 - Схема концепции «Аэроаллергены как индикаторы антропогенной триады»


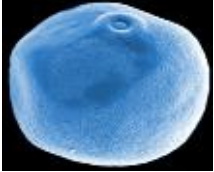
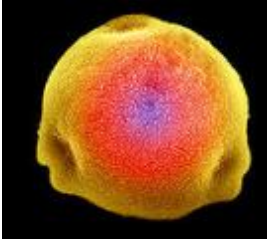
Изменение климата является физико-метеорологическим фактом и, помимо его других последствий, влияет на здоровье человека, в особенности на клинические проявления аллергических заболеваний [395]. Считают, что сложные взаимодействия между концентрацией пыльцы, метеорологическими переменными и загрязнителями воздуха в меняющемся климате до сих пор недостаточно изучены [273]. Из-за изменения климата и загрязнения среды обитания человека концентрация в атмосфере таких триггерных факторов, как пыльца и споры прогрессивно увеличивается и вызывает аллергический ринит и бронхиальную астму у сенсibilизированных больных [297].



Пыльца растений как ведущая причина поллиноза является одним из основных компонентов в составе атмосферного биоаэрозоля. Изменение климата влияет как на начало, продолжительность и серьезность пыльцевого сезона, так и на структуру пыльцевого зерна. С повышением уровня CO<sub>2</sub> увеличивается фотосинтез и пыльцепродуктивность растений. Во время развития в пыльнике и при рассеивании в окружающей среде на пыльцу воздействует комплекс метеорологических условий и загрязнителей воздуха, тем самым усиливая тяжесть клинических проявлений аллергического ринита и бронхиальной астмы.

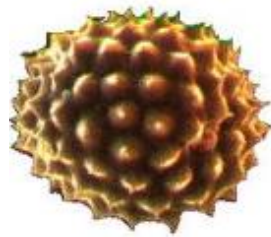
Одним из таких факторов риска развития поллинозов является количество вдыхаемой аллергенной пыльцы, зависящее от таксона аллергенных растений. Общепринятые показатели аэроаллергенов соответствующие симптомам поллиноза разного уровня представлены в таблице 6.2. Исходя из этих данных, можно высчитать ту или иную пороговую аллергенную нагрузку, которой подвергаются больные в определенном регионе.

Таблица 6.2 - Градация уровня пыльцы растений и спор грибов в воздухе (м<sup>3</sup>)

Концентрация аэроаллергенов		Симптоматика поллиноза	Изображения пыльцы и спор под сканирующим электронным микроскопом
Споры грибов			
1.	0-6 499	Низкий	
2.	6 500-12 999	Средний	
3.	13 000-49 999	Высокий	
4.	>50 000	Очень высокий	
Пыльца злаков			
1.	0 - 4	Низкий	
2.	5 - 19	Средний	
3.	20 - 199	Высокий	
4.	> 200	Очень высокий	
Пыльца деревьев			
1.	0 - 14	Низкий	
2.	15 - 89	Средний	
3.	90 - 1499	Высокий	
4.	> 1500	Очень высокий	



Пыльца сорняков		
1.	0 - 9	Низкий
2.	10 - 49	Средний
3.	50 - 499	Высокий
4.	> 500	Очень высокий



Цельные пыльцевые зерна размером 10 мкм могут легко проникать в верхние отделы дыхательной системы и sensibilizirovat организм, но только фрагменты пыльцы достигают альвеол легких, вызывая симптомы пыльцевой бронхиальной астмой.

Известно, что дождь очищает воздух от пыльцы, но при контакте ее с водой, содержащиеся в ней аллергены, высвобождаются всего за несколько секунд [273, 292, 343, 412]. Воздействием экстремальных погодных явлений (проливные дожди и грозы) пыльцевые зерна деградируют на так называемые полимикронные частицы. Они представлены гранулами диаметром менее 5 мкм, значительное число аллергенов в них содержащихся, негативно воздействует на аллергиков и астматиков [336]. Предполагаемые механизмы фрагментации пыльцы во время грозы включают механическое трение от порывов ветра, накопление электричества и разряд, возникающие в условиях низкой относительной влажности, а также удары молнии [265].

Воздушные пыльца растений и споры грибов вносят значительный вклад в неблагоприятные последствия для здоровья человека. Они являются ключевыми триггерами аллергического риноконъюнктивита и обострений бронхиальной астмы. Увеличение концентрации аэроспор, связанное с обильными осадками и высокими температурами, увеличивает риск аллергической sensibilizatsii. Как правило, разные больные чувствительны к варьирующим уровням аэроаллергенов, поэтому важно понимать, как со временем меняется аллергенная активность пыльцы и спор.

По прогнозу сценария будущего климата SSP 585 сезон пыльцы начнется раньше (до 40 дней) и удлинится (+19 дней) с изменением температуры, а годовая общая продукция пыльцы также увеличится (16-40 дней). Изменения, обусловленные только метеорологическими параметрами, относительно

невелики (от -35 до 40%) по сравнению с большим максимальным увеличением выбросов (до 200%) с учетом увеличения содержания CO<sub>2</sub> в пыльцевой продукции [423].

Исследования реакции растений на высокие концентрации CO<sub>2</sub> показали, что растения в итоге обладают повышенным фотосинтезом и репродуктивными эффектами, производя больше пыльцы. Высокие концентрации CO<sub>2</sub> в комплексе с NO<sub>2</sub> могут повлиять не только на пыльцу, но и на споры грибов [330, 306]. Другие исследования говорят, что изменение климата может способствовать этим изменениям, однако повышение температуры не является основным влияющим фактором, и что непосредственное влияние может оказывать антропогенное повышение уровня CO<sub>2</sub> в атмосфере [279].

Показано, что параметры будущих климатических данных, более высокие температуры смещают начало весенней эмиссии пыльцы на 10-40 дней раньше, а летне-осенние с сорными и злаковыми травами – на 5-15 дней позже и удлиняют продолжительность сезона. Температура и осадки изменяют максимумы дневной эмиссии пыльцы от 35 до 40% и увеличивают общую годовую эмиссию пыльцы на 16-40% из-за изменений в фенологии и продукции. При этом отмечается, что вклад изменения системы землепользования в распределение источников пыльцы относительно невелик (<10%), по сравнению с изменением климата или CO<sub>2</sub> [422].

За последние несколько десятилетий более высокие температуры привели к раннему (на 3-22 дня) началу сезона пыльцы [413, 401, 255] для весеннецветущих таксонов деревьев (*Betula*, *Quercus* и *Acer*), в то время как поздноцветущие таксоны (*Artemisia* и другие сорные травы, доминирующие летом и осенью) начинают пылить на 27 дней позже [380, 255].

Раннее начало (на 10-14 дней раньше) и пиковые концентрации пыльцы более выражены у древесных видов растений, цветение которых начинается в Кыргызской Республике в весенний период. Кроме того, они цветут в городских районах раньше, чем в сельских, что связано с вертикальной зональностью в горных условиях Кыргызстана. Повышенная температура и CO<sub>2</sub> являются

идеальными условиями для роста аллергенных растений, таких как травянистые сорные растения, наиболее быстро растущих и адаптирующихся. Поэтому в пыльцевом спектре городов республики прослеживается четкая тенденция к увеличению доли сорных растений (злаки, полынь, маревые и конопля), имеющих высокую аллергенную активность.

Географическое распространение аллергенных видов растений также связано с изменением климата. Вслед за повышением температур, количества осадков и других факторов ареал многих растений (например, амброзии и дурнишника) может сместиться к полюсам, то есть к северу в бореальном полушарии и к югу в южном полушарии. На распределение злаковых трав в растительном покрове также могут повлиять изменения в традиционной системе землепользования и, в целом, антропогенная деятельность [107, 354].

В настоящее время сельское хозяйство оказывает положительное влияние на распространение субтропических трав в дополнение к изменению климата, что способствует росту популяций растений и их распространению в ранее необычных местах. Так, Австралия и Аргентина входят в число стран с постоянно растущими площадями, отведенными под сельское хозяйство, что, безусловно, может иметь последствия в отношении увеличения аллергии [313, 329, 411]. Такая же тенденция установлена в Иссык-Кульской области Кыргызской Республики [107].

Доказано, что взаимодействие между пыльцевыми зёрнами, загрязнением окружающей среды и изменением погодных условий влияет на увеличение продолжительности сезона пыльцевой аллергии, количественный и таксономический состав аллергенной пыльцы и спор грибов. Этот же комплекс воздействует на структуру аллергена и изменение аллергенности, и как следствие резкий рост числа больных поллинозом. На экзине пыльцевых зёрен расположены поры, через которые аллергенные белки могут попасть в верхние дыхательные пути человека. В последние годы проводятся исследования изменений, происходящих на пыльцевых зёрнах под воздействием конкретных загрязнителей воздуха ( $\text{NO}_2$  и  $\text{O}_3$ ) в рамках диапазона экологически

соответствующих условий (температура и относительная влажность). Установлено, что NO<sub>2</sub> модифицирует (нитрование и нитрозилирование) структуру белка, ответственного за запуск аллергических реакций в организме человека, что может служить возможной причиной роста и тяжести симптомов поллинозов.

Загрязнители воздуха органической природы способны прилипать к поверхности экзины пыльцевых зерен и микронным частицам растительного происхождения, повышая их аллергенность и различным образом влияя на палиноморфологию [294]. Кроме того, загрязняющие вещества, адсорбированные на поверхности экзины пыльцевых зерен, могут преодолевать слизистый барьер вследствие воспаления и повышенной проницаемости дыхательных путей, вызывая усиленный ответ у больных поллинозом [305, 366, 319]. Города Каракол и Балыкчи являются наиболее загрязненными такими химическими элементами как свинец, медь, никель. Растительно-почвенные покровы городов Каракол, Балыкчи, Чолпон-Ата, Каджи-Сай и с. Тюп являются наиболее загрязненными участками котловины оз. Иссык-Куль [134]. Утрата биоразнообразия, изменение климата, загрязнение и микробиом взаимосвязаны, и с этим может быть связан рост аллергии в городской среде [397, 321].

Наблюдаемое и прогнозируемое воздействие изменения климата на аэроаллергены включает вариации в их продукции и концентрации в атмосфере, сдвиги во времени и продолжительности пыльцевого сезона, модификации аллергенности пыльцы и спор, а также изменения в географическом и пространственном распределении аэроаллергенов и самих растений [270]. Увеличение уровня CO<sub>2</sub> приводит также к повышению продукции спор грибов, еще одного потенциального триггера бронхиальной астмы [291]. Изменение температуры может повлиять на колонизацию и рост грибов прямо через физиологию отдельных организмов, или косвенно, через физиологические эффекты на их растений-хозяев или субстраты. Изучая концентрацию аэроспор *Cladosporium* и *Alternaria* за 26-летний период (1990-2015 гг.) в Копенгагене, обнаружили тенденцию к снижению изолированного сезонного интеграла спор

*Alternaria* и годовых пиковых концентраций тандема *Alternaria* и *Cladosporium*. Хотя температура за этот период повысилась, они объяснили выявленную тенденцию растущей урбанизацией и изменениями в методах ведения сельского хозяйства [249].

Как источники аэроаллергенов привлекают внимание классы *Oomycetes*, *Zygomycetes*, *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*. Здесь уместно обратить внимание на то, что за один вегетативный период спор грибов вырабатывается намного больше, чем пыльцы растений. При этом сохранение их жизнеспособности не обязательно (аллергию могут вызывать мицелий или его части). Исследования в Индии показали, что процент жизнеспособности переносимых по воздуху грибов выше в сельскохозяйственных районах, и примерно 52% жизнеспособных переносимых по воздуху грибов в сельской области исследования были аллергенами [251].

В связи с увеличением территории посевных земель и с более высокой температурой поверхности в городах, растет количество и таксономический состав спор грибов в воздухе городов. В связи с этим повышается роль спор грибов как аэроаллергенов. Mitchell et al. (2003) сообщает, что глобальные климатические изменения в ответ на увеличение CO<sub>2</sub>, закиси азота и снижение видового разнообразия растений вызывают увеличение числа видов патогенных грибов. Эффект от этого процесса будет в будущем драматичным и сильно повлияет на популяции растений и людей [304]. Респираторные заболевания, обусловленные ржавчинными и черными несовершенными грибами были описаны более 60 лет назад и в настоящее время сенсбилизация к различным грибам четко доказана. Тем не менее, значимость многих грибов для аллергии остается трудной для оценки и требует специальных исследований.

Анализ таксонов пыльцы из 17 мест на трех континентах в Северном полушарии с долгосрочными записями показал, что в 12 из 17 мест повысились сезонная кумулятивная или годовая пыльцевые нагрузки, а в 11 из 17 мест увеличилась продолжительность сезона пыльцы с течением времени [396]. Это было связано с повышением температуры в соответствующих местах. С учетом

нынешних тенденций в области изменения климата наблюдается увеличение продолжительности и сроков пылевого сезона, большее количество ливней и других экстремальных явлений. Эти факты указывают на то, что биологические загрязнители окружающей среды, такие как пыльца и споры, участвующие в обострении аллергических заболеваний будут иметь более выраженный эффект в ближайшие годы [281].

Следует учитывать, что воздействия изменения климата на аллергические заболевания проявляются как при взаимодействии между аэроаллергенами и загрязнителями воздуха, так и при прямом или косвенном влиянии на загрязнители. Загрязнение воздуха оказывает эффект действия на пыльцу растений в пыльнике и непосредственно в воздухе, может воздействовать синергетически с ее аллергенными детерминантами, усиливая риск развития аллергических заболеваний [344]. Озон, оксиды азота и взвешенные частицы в воздухе, связанные с горением или дорожным движением, могут увеличить количество и модифицировать аллергены, действовать как адъюванты и изменять иммуногенность аллергенных белков [252].

Более высокие концентрации аэроаллергенов могут быть связаны с увеличением количества загрязняющих веществ в атмосфере, и в то же время загрязнители воздуха могут повреждать оболочку пылевого зерна, изменять аллергенность пыльцы, высвобождать аллергены в окружающую среду [277]. Более того, загрязнение воздуха считается стрессовым фактором для растений, который увеличивает синтез некоторых аллергенов в пылевых зернах [257].

Мониторинг аэроаллергенов уже давно считается исследователями ключевым индикатором состояния окружающей среды для изменения климата [307]. В связи с признанием взаимодействия физических, химических и биологических аспектов атмосферы, необходим комплексный подход не только к мониторингу и оценке, но также к прогнозированию и информированию населения о качестве воздуха [336].

Исследователи предлагают, что показатель аллергенного потенциала пыльцы, свидетельствующий о повышении ее аллергенности в результате

загрязнения, можно рассматривать в качестве нового индикатора риска для респираторного здоровья в городских районах [325, 384].

Пыльцевое зерно имеет сложную архитектуру, в которой аллергенные белки пыльцы встроены в гетерогенную матрицу многих биоактивных молекул, доставляя их одновременно во время аллергической сенсibilизации. В пыльцевом зерне выделяют: внутреннюю оболочку (интину), которая представлена белками, метаболитами, липидами, аденозином, флавоноидами и наружную скульптурированную (экзину), включающую вирусы, бактерии, споры грибов и частицы загрязнителей воздуха (рис. 6.7) [315].

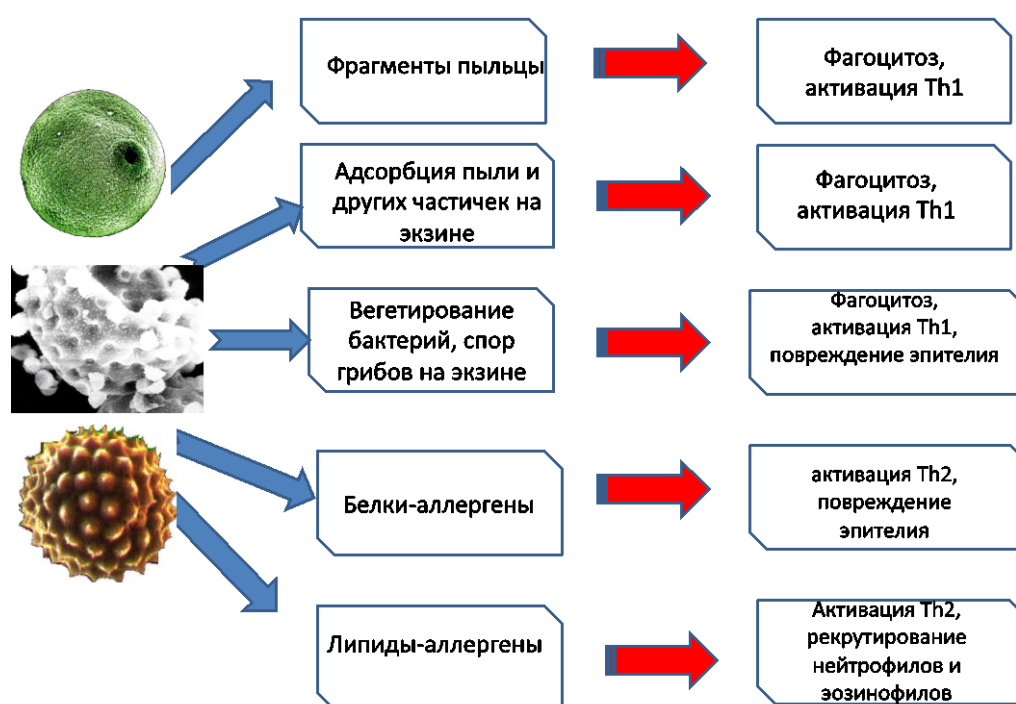


Рисунок 6.7 - Схема активных процессов, изменяющих аллергенную активность пыльцы растений

Метагеномное исследование пыльцевого микробиома демонстрирует наличие более тысячи различных видов бактерий, обитающих на пыльцевых зернах анемофильных растений, включая березу и злаковые травы. Культивируемые бактерии, составляющие лишь 5% всех бактерий, вегетирующие на пыльцевых зернах березы, имеют более  $10^6$  клеток на грамм пыльцы [298]. Палиноморфологические исследования методом сканирующей

электронной микроскопии выявили биопленки, образованные колониями бактерий и грибов [108, 339].

Кроме того, пыльца амброзии, собранная вдоль дорог с интенсивным движением, показала более высокую аллергенность, чем пыльца растений, произрастающая на участках с естественной растительностью. Общее воздействие будет заключаться в изменении сроков и нагрузки пыльцевого сезона и, следовательно, в изменении экспозиции [290].

Надо отметить, что в последние годы все резче проявляются особенности климатических условий городов по сравнению с окружающей территорией. Концентрация воздушной пыли выросла особенно резко в городах, в среднем на 3%, а в сельской местности только 1% годовых. Это связано с тем, что температура городской среды, называемой как «острова тепла» (явление, когда температура воздуха в городе заметно превышает температуру в его окрестностях), может быть от одного до 3°C градусов выше, чем температура окрестностей (рис. 6.8).

Такое различие в температурах ведет к тому, что так называемый «сельский бриз», дующий в сторону города, приносит с полей количество и таксоны спор грибов – паразитов дикорастущих и культурных растений. Уровни озона и других загрязнителей воздуха повышаются за счет эффекта городского «острова тепла», который оказывает косвенное влияние на природные явления, вызывающие выбросы частиц, такие как лесные пожары, эрозия почвы и разрушение растительности [403, 326].

Возможно, с этим связано то, что городские жители страдают от респираторных аллергий чаще, чем сельские [254], в основном из-за взаимодействия химических загрязнителей воздуха и пыльцевых зерен. Сильное загрязнение воздуха и феномен «острова тепла» в исследованиях в Мехико считаются следствием того, что концентрация спор *Dothideomycetes* была высокой в районах с низкой относительной влажностью воздуха и высокими температурой и скоростью ветра [333].



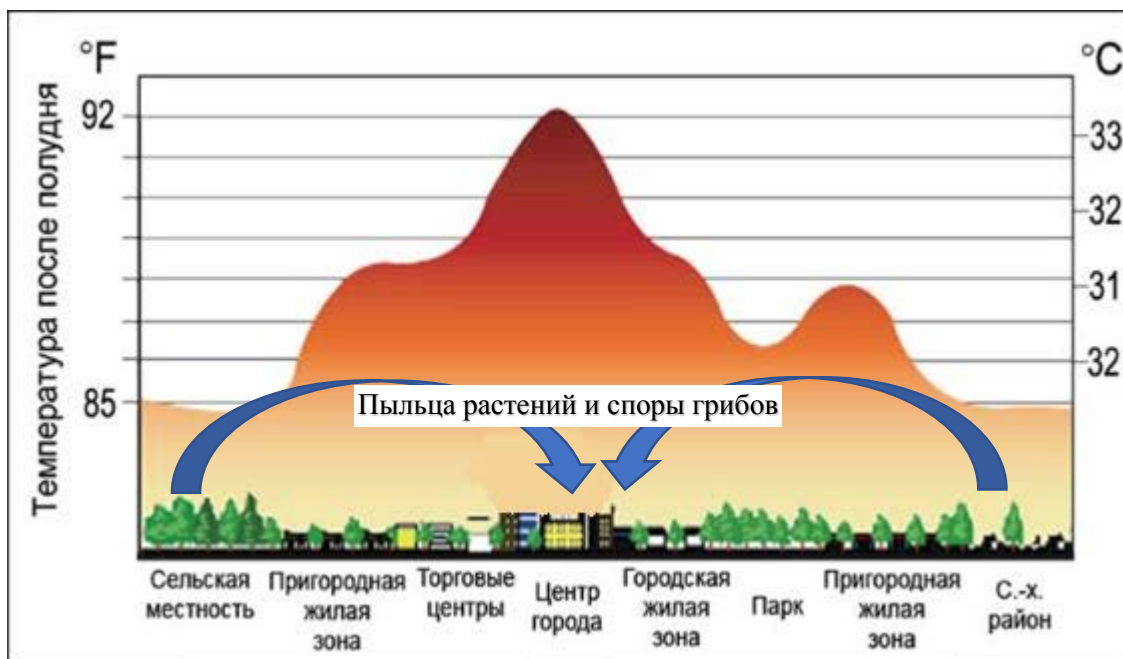


Рисунок 6.8 – Явление городского «острова тепла»

И соответственно, более высокая заболеваемость поллинозами была зафиксирована у городских жителей, по сравнению с сельскими. Она связана с высоким уровнем выбросов автотранспорта, урбанизации и западного образа жизни [407].

Температура оказывает наиболее сильное влияние на размер и габариты оптимальных пыльцевых зерен. В среднем диапазоне значений, оптимальный объем пыльцы при 30°C почти в 2 раза превышает соответствующий объем при температуре 15°C, а также линейных размеров как для вытянутого и сплюснутого пыльцевого зерна составляют около 30% и выше. В отличие от изменения объема и длины осей оптимального зерна пыльцы как адаптивный ответ на повышение температуры, форма изменяется лишь незначительно и в течение ограниченного диапазона параметров.

Изменение климата влияет на сроки, дисперсию, количество и качество аэроаллергенов, а также на распределение и тяжесть аллергических заболеваний. Как правило, во время дождя симптомы у больных поллинозом снижаются, в связи с оседанием пыльцы, но иногда облегчение проявлений не наступает. Это происходит потому, что при контакте с влагой пыльцевые зерна могут лопаться и выпускать сотни мелких аллергенных частиц. Влажность также способствует

росту растений и дальнейшей пыльцепродукции. Таким образом, относительная влажность и осадки в течение сезона пыления могут утяжелять симптомы поллиноза у больных за счет увеличения количества циркулирующих аллергенных частиц [243, 287, 330]. Повышение влажности воздуха способствует также росту и пролиферации спор грибов [320, 389, 306].

Частые перепады температуры также могут повысить чувствительность пациентов к пыльцевым аллергенам через *прайминг*. Так называется эффект повышения чувствительности слизистых дыхательных путей организма больного к неспецифическим раздражителям после воздействия пыльцевых аллергенов.

Можно подчеркнуть, что химические загрязнители воздуха и антропогенные аэрозоли могут изменить воздействие аллергенной пыльцы путем двух механизмов. Во-первых, физические, химические и биологические взаимодействия могут изменять количество и особенности аллергенов в воздухе, например, с помощью химического стресса растений, нитрования белка пыльцы и распада нативной пыльцы с выделением аллергена. Во-вторых, восприимчивость человека к аллергенам может вырасти в присутствии химических веществ и аэрозолей, например, дизельных выхлопов, NO<sub>2</sub> и O<sub>3</sub>, а также твердых частиц.

Наряду с аллергенными белками пыльца растений и споры грибов содержат и другие соединения, которые могут действовать как адъюванты. Высвобождение этих неаллергенных, но биоактивных липидных медиаторов, может вызывать и усиливать аллергию. Установлено, что на выброс этих веществ влияет загрязнение воздуха, причем значительно более высокие уровни присутствуют в пыльце, собранной в районах с интенсивным движением транспорта (рис. 6.9).

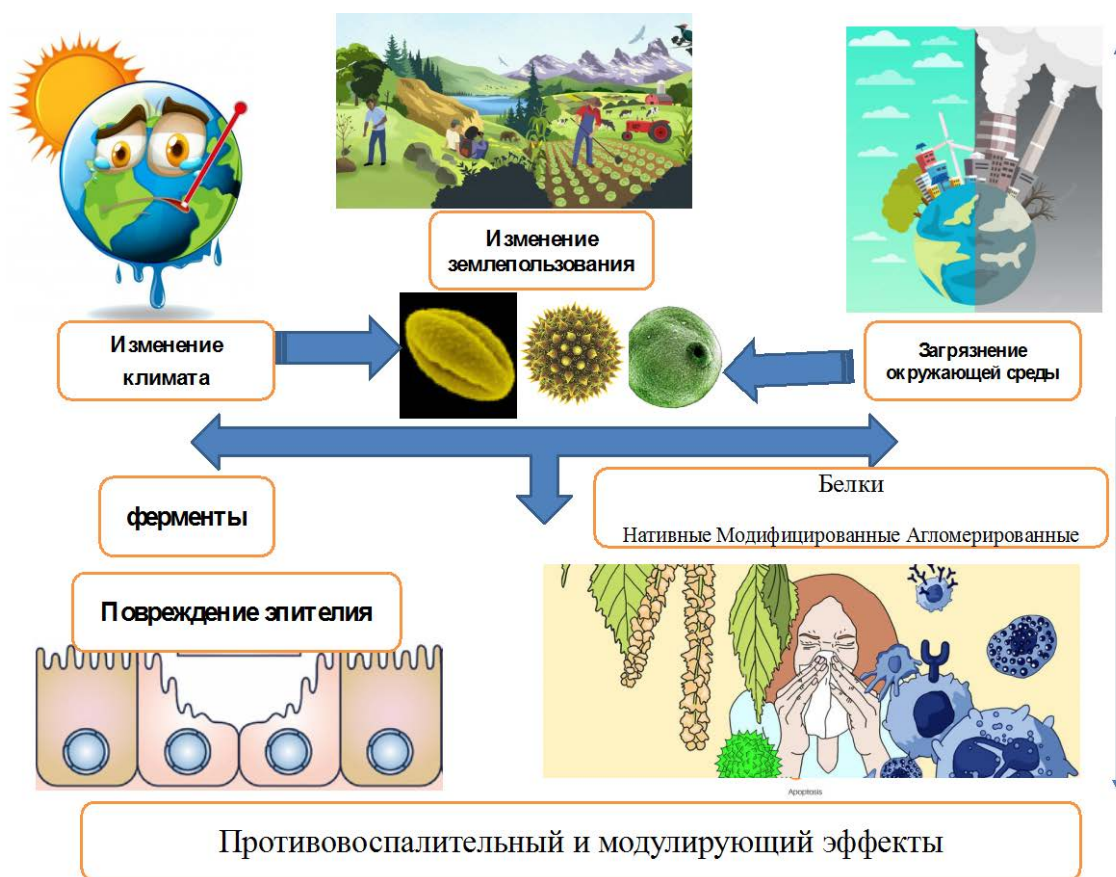


Рисунок 6.9 - Взаимосвязь процессов

**Заключение.** Суммированы **основные эффекты влияния антропогенной триады: изменения климата, системы землепользования и урбанизации, загрязнения среды обитания человека на пыльцу растений** [291, 287, 357, 288, 289, 400, 296, 391]:

- 1) более ранние сроки начала пыльцепродукции;
- 2) удлинение сезона пыльцевания;
- 3) увеличение концентрации и видового состава пыльцы аллергенных растений в воздухе регионов, особенно в городской среде, по вертикальной зональности в горных условиях;
- 4) модификация, деформация, фрагментация пыльцевого зерна;
- 5) изменение аллергенного потенциала: увеличение числа аллергенов, содержащихся в пыльце;
- 6) изменение в геопространственном распределении пыльцы, то есть транспорт цельной пыльцы растений и ее фрагментов на дальние расстояния;

7) появление в регионах и мировом масштабе новых видов аллергенных растений;

8) изменения в качественном и количественном составе пыльцы аллергенных растений, в особенности злаковых трав, в связи с изменением в системе землепользования;

9) вегетирование на пыльце бактерий и спор грибов, изменяющих структуру пыльцевого зерна;

10) увеличение числа неопределенной пыльцы в аэриобиологических исследованиях.

**Основные эффекты влияния антропогенной триады: изменения климата и системы землепользования, урбанизации и загрязнения окружающей среды на споры грибов [291, 320, 357, 288, 289, 290, 400, 296, 391]:**

1) колонизация и рост грибов;

2) перенос спор грибов на значительные расстояния;

3) повышение количественных тенденций в концентрации аэроспор;

4) трансформация аллергенов в спорах грибов;

5) появление в аэромикологическом спектре регионов новых видов спор грибов;

6) изменения в качественном и количественном составе аэроспор, в связи с изменением в традиционной системе землепользования, посеве новых культурных растений и соответственно внесение новых фитопатогенов;

7) триггерный эффект в возникновении аллергических заболеваний у людей;

8) увеличение числа неопределенных споровых частиц в аэриобиологических исследованиях.

## **ГЛАВА VII. ОЗЕЛЕНЕНИЕ КАК МЕРА ПО АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА**

Существует множество факторов, влияющих на безопасность жизнедеятельности человека. Зеленые насаждения играют в этой важной проблеме не последнюю роль и призваны выполнять ряд функций, среди которых следует отметить санитарно-экологическую и эстетическую. Значение зеленых насаждений очень велико и определяется их влиянием на микроклиматические условия окружающей среды. Благодаря зеленым насаждениям температура воздуха летом снижается, а зимой - повышается, увеличивается влажность воздуха и уменьшается скорость ветра. В зоне озеленения уменьшается интенсивность шума на 30-40%. Ветрозащитное действие деревьев распространяется на расстояние, в 10 раз превышающее их высоту [80]. Посадка каждого дерева, создающего тень в определенных местах, может привести к реальному сокращению углерода приблизительно на 10 кг выбросов электростанций [253].

В целях устойчивого развития Кыргызской Республики, Иссык-Кульской области, г. Каракол, национальным приоритетом социально-экономического развития региона является здоровье населения и качество жизни человека. А для устойчивого развития нужна так называемая «зеленая инфраструктура» («Green infrastructure») [347], которая акцентирует внимание на экологическое значение территории, рассматривает весь спектр ландшафтных изменений и служит основой для формирования и развития генерального плана городов. Например, зеленая инфраструктура в США включает сохранившиеся природные растительные сообщества в городе и искусственные зеленые насаждения [130].

В условиях изменения климата, роста населения и расширения площади города, озеленение для города Каракол в настоящее время приобретает важное значение и неразрывно связано с использованием разнообразного ассортимента древесных пород. Улучшение зеленой инфраструктуры города было бы особо выгодной деятельностью, потому что она дает решения для многих финансовых, экологических и социальных проблем г. Каракол.

## 7.1. Общие принципы формирования озелененных пространств

При подборе ассортимента растений для целей озеленения необходимо учитывать, насколько местность и почвенно-климатические условия, где создаются зеленые насаждения, соответствуют естественному ареалу и экотипу намеченных к применению растений. Содержание объектов озеленения - это комплекс работ, включающий в себя: - текущий ремонт; - работы по уходу за деревьями и кустарниками, цветниками - подкормка, полив, рыхление, прополка, защита растений от вредителей, болезней и сорняков, укрытие теплолюбивых растений (со всеми сопутствующими работами), погрузка и разгрузка удобрений, мусора, вырубка сухих и аварийных деревьев и др.; - работы по уходу за газонами - прочесывание, рыхление, подкормка, полив, прополка, сбор мусора и опавших листьев, землевание, обрезка растений у бортов газона, выкашивание травостоя, обработка ядохимикатами и гербицидами. Деревья и другие зеленые насаждения, особенно на городских улицах нуждаются в регулярном поливе, который должен обеспечивать постоянную оптимальную влажность в корнеобитаемом слое почвы. Наилучшего развития дерево достигает при влажности почвы 60% от полной влагоемкости. Необходимо проводить обрезку кроны, стрижку «живой» изгороди [23].

Озеленение территорий выполняется после очистки их от остатков строительных материалов, мусора, прокладки подземных коммуникаций и сооружений, прокладки дорог, проездов, тротуаров, устройства площадок и оград. Есть также такое понятие как *компенсационное озеленение*. При строительстве многоэтажного дома выпиливаются деревья, и градостроительная фирма берет на себя обязательство озеленить эту территорию. Но при этом чаще всего на улицах городов Кыргызской Республики вырубаются большемерные деревья, которые являются важным климатическим фактором города, а высаживаются небольшие деревья (туи, например) или газоны, которые не несут совершенно никакой функции.

Согласно данным М. М. Дылдаева, в Бишкеке в 1940-1975 гг. площадь, занятая зелеными насаждениями, непрерывно увеличивалась, и к 1975 г.

составила 1469 га. В последующие 10 лет (1975 – 1985 гг.) произошло резкое сокращение площади зеленых насаждений до 1050 га. С 2000 г. озеленение сократилось до 856 га. В настоящее время площадь зеленых насаждений составляет порядка 500-600 га [57]. Эти сведения согласуются с данными П. Д. Жердева (1978-1981 гг.), когда в 1951-1960 гг. в Бишкеке количество зеленых насаждений на одного жителя составляло 32 м<sup>2</sup>, в 1991-2001 гг. - 12,5 м<sup>2</sup>, в 2011-2016 гг. сократилось до 3,5 м<sup>2</sup>. При этом норма насаждений на одного человека должна быть 21 м<sup>2</sup> [61]. Около 80% населения Бишкека проживает в зоне экологического дискомфорта [209].

Исследователи отмечают две причины уменьшения рекреационных территорий в городах Кыргызстана: первая - вырубка зеленых насаждений и вторая - строительство жилых и общественных зданий и сооружений на озелененных территориях [166]. С 2018 года по 2021 год площадь древесно-кустарниковых насаждений на территории Кыргызской Республики уменьшилась с 463 тысячи гектаров на 462,9 тыс. га [215].

Раскидистые кроны деревьев позволяют снизить температуру во всем здании в среднем на 2-5°, что сокращает расходы на электроэнергию (вентиляторы, кондиционеры). То есть, наличие полноценной зеленой зоны вокруг здания позволяет снизить потребление энергии на 30% (на стоимости отопления зимой). Они также помогают с затенением жилого помещения или коммерческого здания летом, создают прохладный воздух через испарение и испаряются районы, такие как подъездные пути и тротуары. Растения выделяют водяной пар в воздухе через транспирацию, а вода имеет возможность уменьшать экстремальные температуры в районах вблизи него (поскольку он может похвастаться очень высокой теплоемкостью). Чем больше и более листовое растение, тем больше он производит водяной пар. По мнению исследователей, увеличение количества деревьев в городах защитит пешеходов от прямых солнечных лучей, снизит температуру. При этом увеличение площади городской растительности на 10% может снижать температуру воздуха в дневное и ночное время до 0,8° [415].

Несмотря на то, что современные методы планирования жилой и общественной застройки учитывают множество факторов, вопросы, связанные с озеленением территорий и дизайном ландшафта в городе, представляются наиболее приоритетными. Это легко объяснимо, ведь обойтись, можно без многих видов сервиса и услуг, но никак не без чистого воздуха. Поэтому, организация парков и иных видов зеленых насаждений может преследовать несколько целей. Среди них: экологическая (главная), рекреационная, снижение уровня шума, природно-восстановительная (для поддержания существования видов тех или иных растений, животных и птиц), спортивно-игровая, и для проведения отдыха. Сегодня, во многих современных городах имеются незадействованные площади, пригодные для высадки деревьев и кустарников, организации искусственных водоемов с растительностью и т.д. К их числу относятся: пустыри, свалки (после уборки), бывшие промышленные зоны и т.п. В процессе архитектурного планирования перспективной застройки необходимо также учитывать и поддерживать сохранность примыкающих к городу лесных массивов, которые в значительной степени обеспечивают кислородом жилую среду.

Перспективный план озеленения города разрабатывается на основе детального изучения природных условий города - климата, почв, грунтов, водоемов, существующих парков, лесов и других категорий насаждений. С учетом основных положений генерального плана города (в части озеленения) в нем определяется объем подлежащих осуществлению работ с подразделением по объектам насаждений всех категорий и установлением очередности этих работ. Кроме того, в перспективном плане озеленения устанавливаются необходимые для осуществления намеченного объема работ материальные и трудовые ресурсы. Среди них потребность в посадочном материале (количество деревьев, кустарников и т. д.), перечень и количество механизмов и рабочей силы, необходимых для осуществления намеченных работ с учетом их очередности, потребность в энергии, воде и транспорте. В перспективном плане устанавливается также ассортимент древесных и кустарниковых пород с



определением удельного веса каждой породы в общем количестве. Размещение в плане города различных категорий насаждений находится в прямой зависимости от их функции: для создания условий для отдыха городского населения, для защиты города от сильных ветров или защиты жилых районов от отходов промышленных предприятий, для улучшения микроклиматических условий, для украшения городских улиц, площадей и кварталов.

Оптимальные расстояния от жилья до различных категорий городских насаждений зависят от назначения той или иной категории насаждений. Так, общегородские парки отдыха жители города посещают периодически, а сквером, садом пользуются ежедневно. Поэтому, устанавливая оптимальные радиусы доступности для различных категорий насаждений, учитывают время, затрачиваемое на дорогу при передвижении пешком и на транспорте. Городские насаждения всех категорий размещают с максимальным использованием существующей растительности и водоемов, так, чтобы получилась единая система, в которой зеленые массивы внутри города были бы связаны между собой и с внешним зеленым поясом озелененными магистралями. Таким образом, одним из факторов, определяющих густоту посадки деревьев и кустарников в городских насаждениях, является *функциональное назначение объекта озеленения*. Городские зеленые насаждения по функциональному признаку подразделяются на 4 основные группы:

1) насаждения общего пользования - городские парки; районные парки; сады жилых районов, микрорайонные сады, скверы, бульвары, набережные, лесопарки (в пределах городской черты);

2) насаждения ограниченного пользования - территории жилых районов и кварталов, территории микрорайонов, участки детских садов и яслей, участки школ, участки спортивных комплексов, участки учреждений здравоохранения, участки культурно-просветительных учреждений, участки высших, средних специальных учебных заведений, территория промпредприятий;

3) насаждения специального назначения - санитарно-защитные зоны, ботанические и зоологические сады, коммунально-складские территории;

#### 4) насаждения улиц.

*Насаждения специального назначения* внутри и вне города размещают в зависимости от их целевого назначения и местных условий: защитные зоны - между промышленными предприятиями и жилыми районами, ветрозащитные зоны - со стороны господствующих ветров, водоохранные - вокруг водоемов, почвозащитные - на склонах, подвергающихся размывам и оползням. Например, размещение ветрозащитных насаждений при промышленных предприятиях целиком определяется их назначением и зависит от местных природных условий. При размещении насаждений ограниченного пользования учитывают дислокацию учреждений, при которых они создаются, а также целый комплекс планировочных, экономических и прочих условий. Причем вопросы озеленения территории предприятия занимают подчиненное по отношению к другим факторам положение. Правда, при размещении школ, детских садов, яслей и особенно больниц учитывают существующие насаждения, но и здесь этот фактор не имеет решающего значения, так как нецелесообразно строить, например, школу в километре от жилья только потому, что в этом месте есть насаждения.

Иначе обстоит дело с размещением *городских насаждений общего пользования*. Их расположение в городе должно отвечать определенным требованиям. Насаждения общего пользования внутри города должны быть размещены равномерно по отдельным районам, пропорционально плотности населения в каждом из них, на расстоянии от жилья, позволяющем всему населению пользоваться ими при минимальной затрате времени на передвижение до этих насаждений. Эти положения не относятся к зонам массового отдыха, заповедникам, национальным паркам, ботаническим садам и этнографическим паркам. Все эти объекты хотя и входят в число насаждений общего пользования, но их размещение определяется природными условиями, существующими сооружениями, транспортными связями с городом и др. Для равномерной обеспеченности города насаждениями недостаточно создать примерно равные по площади зеленые массивы с определенными интервалами, так как различные районы города имеют далеко не одинаковую плотность

населения, а площадь насаждений должна быть прямо пропорциональна количеству населения в данном районе. Кроме того, в некоторых районах города обычно сосредоточены крупные учреждения, промышленные предприятия, вокзалы, большие магазины и т. д. В связи с этим в таких районах скапливается большое количество людей, значительно превышающее число постоянных жителей. В крупных городах, областных центрах, а также в курортных городах при расчете потребности в насаждениях общего пользования учитывают приезжих.

Создание городских насаждений с оптимальной плотностью посадки деревьев и кустарников должно основываться на *общих принципах формирования озелененных пространств*. В подборе растений для создания ландшафтных композиций наиболее важное значение имеют экологический, фитоценотический и декоративный принципы [174, 20].

**Экологический принцип** заключается в том, что подбор растений должен осуществляться с учетом биологических особенностей развития древесно-кустарниковых пород и приспособления видов и форм растений к определенным условиям произрастания, сложившихся в процессе исторического развития растений. Приближение условий произрастания к естественным, способствует созданию в условиях городской среды устойчивых жизнеспособных насаждений. Несоответствие условий произрастания потребностям растений отражается на их росте, развитии, внешнем облике и в целом на их жизнеспособности. Растения резко меняют форму, размеры, окраску листьев, степень облиственности и декоративность. При формировании городских насаждений необходимо учитывать экологические требования древесно-кустарниковых пород. Наиболее важными из них являются отношение растений к свету, почвенному плодородию, влажности и температуре почвы. Учитывая крайне сложные и специфичные условия городской среды, целесообразно принимать во внимание приспособляемость растений к экстремальным условиям города: засухоустойчивость, соле-, газо-, пыле-, морозоустойчивость.

Это, так называемые, экологические функции зеленых насаждений города, которые более подробно мы расписали в таблице (табл. 7.1.1):

**1. Очистка воздуха.** Велика роль зеленых насаждений в очистке воздуха городов. Крупные лесопарковые клинья могут быть активным проводниками чистого воздуха в центральные районы города. Качество воздушных масс значительно улучшается, если они проходят над лесопарками и парками, площадь которых составляет в 600-1000 га. При этом количество взвешенных примесей снижается на 10 - 40%. Пыль, увлекаемая нисходящими потоками воздуха, оседает на листьях. Один гектар деревьев хвойных пород задерживает за год до 40 тонн пыли, а лиственных - около 100 тонн. Практика показала, что достаточно эффективным средством борьбы с вредными выбросами автомобильного транспорта являются полосы зеленых насаждений, эффективность которых может варьироваться в довольно широких пределах - от 7 % до 35%. Еще в 60-е годы прошлого века показано, что в городских условиях, даже в осенне-зимний период средняя концентрация пыли в воздухе под деревьями на 33,5% меньше, чем на открытой площадке [50].

**2. Ионизация воздуха растениями.** Существенной качественной особенностью кислорода, вырабатываемого зелеными насаждениями, является насыщенность его ионами, несущими отрицательный заряд, в чем и проявляется благотворное влияние растительности на состояние человеческого организма. Для более ясного представления о возможности растений обогащать воздух отрицательными легкими ионами можно привести следующие данные: число легких ионов в 1 см<sup>3</sup> воздуха над лесами составляет 2000-3000, в городском парке - 800, в промышленном районе - 200-400, в закрытом многолюдном помещении - 25-100. На ионизацию воздуха влияет как степень озеленения, так и природный состав растений. Лучшими ионизаторами воздуха являются смешанные хвойно-лиственные насаждения.

**3. Фитонциды растений.** К санитарно-гигиеническим свойствам растений относится их способность выделять особые летучие органические соединения, называемые фитонцидами, которые убивают болезнетворные

бактерии или задерживают их развитие. В частности, есть работы по исследованиям бактерицидного эффекта листьев некоторых видов деревьев на болезнетворный микроорганизм из группы стафилококков, наиболее часто встречающихся в воздухе. Например, ясень, гледичия трехшипая, тополь Болле, клен Негундо, черемуха, орех грецкий, можжевельник виргинский и полушаровидный снижают численность микроорганизмов в кроне и возле нее и оказывают бактерицидное воздействие на чистую культуру стафилококка золотистого (*Staphylococcus aureus*) [80]. 1 га можжевельниковых насаждений или сосновых может выделить за один день в окружающую атмосферу до 30 кг летучих веществ с бактерицидными и противогрибковыми свойствами. Фитонциды – это важный экологический фактор. Поэтому необходимо сохранять как естественные лесные насаждения, так и искусственные зеленые посадки в городах и других населенных пунктах.

**4. Защита от шума.** Высаживание деревьев вблизи автодорог помогает уменьшить уровень шума и, следовательно, его влияние на человека. Различные породы растений характеризуются разной способностью защиты от шума. По данным венгерских исследователей, хвойные породы (ель и сосна) по сравнению с лиственными (древесные и кустарниковые) лучше регулируют шумовой режим. По мере удаления от магистрали на 50 метров лиственные древесные насаждения (акация, тополь, дуб) снижают уровень звука на 4,2 дБ, лиственные кустарниковые - на 6 дБ, ель - на 7 дБ и сосна - на 9 дБ. Облиственные кроны деревьев поглощают 26% падающей на них звуковой энергии, а 74% отражают и рассеивают [50]. Лучше всего поглощают шум древесные породы с раскидистой кроной и легкими листьями [221].

Чтобы обеспечить создание устойчивых, долговечных и жизнеспособных насаждений, характеризующихся оптимальной плотностью размещения декоративных растений, необходимо руководствоваться знанием биологических особенностей развития древесно-кустарниковых пород и экологических условий произрастания растений. В связи с этим для основного и дополнительного

ассортимента деревьев и кустарников мы даем эколого-биологическую характеристику используемых для озеленения пород (табл. 7.1.2).

**Фитоценотический принцип.** Оптимальное количество высаживаемых в насаждениях деревьев и кустарников в значительной степени зависит от правильного сочетания пород, обеспечивающих гармоническое и биологическое единство растений. При сочетании древесно-кустарниковых пород необходимо принимать во внимание приуроченность этих растений к определенным фитоценозам, то есть растительным сообществам, способных к совместному произрастанию, особенно в садово-парковых композициях. Взаимодействие и взаимовлияние растений может способствовать развитию задуманной композиции или разрушить ее.

Таблица 7.1.1 - Совокупные эффекты озеленения города

Возможности	Вырабатываемые эффекты
Регулировка температуры. Уменьшение эффекта городского «острова тепла»	<p>При этом увеличение площади городской растительности на 10% может снижать температуру воздуха в дневное и ночное время до 0,8°C; защитит пешеходов от прямых солнечных лучей.</p> <p>Охлаждение зданий в летний период в среднем на 2-5°C. <i>Например:</i> сокращаются расходы на электроэнергию на 30% (вентиляторы, кондиционеры)</p> <p>Обогрев зданий в зимний период. <i>Например:</i> снижается потребление энергии на 20-50% (на стоимости отопления).</p>
Выработка растениями водяного пара или транспирирующая способность	<p>Взрослое дерево производит водяной пар, обладающий высокой теплоемкостью, который охлаждает воздух и увлажняет его летом. <i>Например:</i> Испарение до 450 литров воды ежедневно уменьшает экстремальные температуры в районах города.</p>
Снижение риска стихийных бедствий	<p>Предотвращение наводнений. <i>Например:</i> одно крупное дерево «перехватывает» порядка 5420 литров воды в год. Высаживание деревьев вдоль рек может снизить высоту наводнений в городах на 20%.</p> <p>Поглощение ливневых вод: вместо специальных канализаций их просто поглощают растения, специально высаженные для этого в низинах. При этом отпадает необходимость постройки специальной канализации.</p>

	Защита города от сильных (шквальных) ветров. Наличие ветрозащитных зон со стороны господствующих ветров.
Поглощение загрязнителей воздуха (оксида серы, оксида свинца, фенольных соединений, бензапирена)	Деревья и кустарники впитывают, сохраняют и переиспользуют выхлопные газы.
Поглощение пыли, грязи и дыма.	Пыль, увлекаемая нисходящими потоками воздуха, оседает на листьях. <i>Например:</i> даже в осенне-зимний период средняя концентрация пыли в воздухе под деревьями на 33,5% меньше, чем на открытой площадке. Количество взвешенных примесей снижается на 10 - 40%. 1 га деревьев хвойных пород задерживает за год до 40 т пыли, а лиственных - около 100 т.
Защита жилых районов от отходов промышленных предприятий	Наличие защитных зон между промышленными предприятиями и жилыми районами.
	Наличие водоохранной зоны вокруг водоемов.
	Почвозащитная роль на склонах, подвергающихся размывам и оползням.
Ионизация воздуха	Благотворное влияние растений, насыщенных ионами на состояние человеческого организма. <i>Например:</i> число легких ионов в 1 см <sup>3</sup> воздуха над лесами составляет 2000-3000, в городском парке - 800, в промышленном районе - 200-400, в закрытом многолюдном помещении - 25-100.
Выделение органических соединений (фитонцидов)	Уничтожение болезнетворных бактерий или задержка их развития. <i>Например:</i> 1 га можжевельных насаждений или сосновых может выделить за один день в окружающую атмосферу до 30 кг летучих веществ с бактерицидными и противогрибковыми свойствами. Бактерицидный эффект листьев некоторых видов деревьев на болезнетворный микроорганизм из группы стафилококков.
Защита от шума	Снижение шума с помощью специальных шумозащитных полос озеленения. <i>Например:</i> по мере удаления от магистрали на 50 метров лиственные древесные насаждения (акация, тополь, дуб) снижают уровень звука на 4,2 дБ, лиственные кустарниковые - на 6 дБ, ель - на 7 дБ и сосна - на 9 дБ. Облиственные кроны деревьев поглощают 26% падающей на них звуковой энергии, а 74% отражают и рассеивают.

Украшение улиц, кварталов	городских площадей,	Роль в психическом благополучии и здоровье человека, профилактика стрессовых и депрессивных состояний.
Увеличение биоразнообразия городов		Роль в обеспечении растений и животных благоприятной средой обитания, питанием и защитой.
Общий вклад в смягчение или митигацию (mitigation) последствий изменения климата	или	Локальное и региональное воздействие растений на климат. <i>Например:</i> одно высокое взрослое дерево абсорбирует до 150 кг углекислого газа (CO <sub>2</sub> ) в год; благодаря наличию деревьев в городской среде температура поверхности земли в Центральной Европе летом и во время экстремально высоких температур снижается на целых 12°C.

Таблица 7.1.2 - Рекомендуемые некоторые виды древесно-кустарниковой растительности для создания зеленых насаждений

Для шумозащиты	Для газозащиты	Для пылезащиты	Для ветрозащиты и затенения территории
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Acer platanoides</i></li> <li>2. <i>Ulmus laevis</i></li> <li>3. <i>Tilia cordata</i></li> <li>4. <i>Picea abies</i></li> <li>5. <i>Larix sibirica</i></li> <li>6. <i>Caragana arborescens</i></li> <li>7. <i>Crataegus sanguinea</i></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Acer negundo</i></li> <li>2. <i>Populus canescens</i></li> <li>3. <i>Populus nigra</i></li> <li>4. <i>Juniperus sabina</i></li> <li>5. <i>Ligustrum vulgare</i></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Acer tataricum</i></li> <li>2. <i>Acer platanoides</i></li> <li>3. <i>Populus deltoides</i></li> <li>4. <i>Fraxinus lanceolate</i></li> <li>5. <i>Fraxinus excelsior</i></li> <li>6. <i>Crataegus sanguinea</i></li> <li>7. <i>Caragana arborescens</i></li> <li>8. <i>Elaeagnus angustifolia</i></li> <li>9. <i>Spiraea vanhouttei</i></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Acer platanoides</i></li> <li>2. <i>Tilia cordata</i></li> <li>3. <i>Picea abies</i></li> </ol>

Наиболее благоприятные взаимоотношения между растениями внутри созданных группировок чаще возникают в тех случаях, когда сочетания растений приближаются к естественным сочетаниям - фитоценозам, сложившимся в результате длительного развития. Взаимное влияние растений в городских насаждениях носит разный характер. Оно проявляется в механическом, биофизическом и биохимическом воздействии растений. Механическое взаимовлияние растений имеет место в плотных загущенных посадках и



проявляется в механическом повреждении ветвей, почек, листьев близко расположенных друг к другу деревьев и кустарников. Биофизическое взаимовлияние растений проявляется путем взаимодействия биополей, имеющих у растений. Существуют данные, показывающие, что влияние биополя растений сказывается на расстоянии, в 5 - 10 большего диаметра кроны. Влияние биополя различных растений проявляется по-разному. В одних случаях биополе растений может угнетающе действовать на крону других пород, вызывать отмирание почек, искривление ствола и последующую гибель близкорасположенных растений. Наряду с этим существует конкуренция растений в борьбе за свет, почвенную влагу, элементы питания, что сказывается на жизнеспособности конкурирующих пород. Биохимическое взаимовлияние растений проявляется во взаимодействии их корневых систем, которые не только поглощают элементы питания, но и выделяют специальные вещества в почву. Следствием этого является угнетение одних видов растений или успешное произрастание других. Для ряда древесно-кустарниковых пород имеются данные по наиболее приемлемому сочетанию растений с учетом их приспособления друг к другу (табл. 7.1.3).

Таблица 7.1.3 - Сочетание деревьев и кустарников по фитоценоотическому принципу

<b>Основная порода</b>	<b>Сопутствующие породы</b>
Ель	Сосна, береза, липа, дуб, осина
Сосна	Береза, клен остролистный, дуб, карагана, можжевельник
Лиственница	Ель, пихта, жимолость, шиповник
Дуб	Липа, клен остролистный, клен полевой, яблоня, груша, черемуха, калина
Береза	Сосна, клен остролистный, ель, пихта, жимолость, шиповник

*Декоративный принцип.* При определении плотности размещения деревьев и кустарников в насаждениях должны учитываться декоративные качества растений, то есть внешние признаки, обусловленные биологическими особенностями, экологическими условиями и возрастными изменениями. Облик растений, их форма, цвет, архитектура зависят от наследственных качеств данного вида и условий произрастания. Декоративность растений в значительной степени изменяется от их возраста: существенно изменяются цвет, форма и общий габитус растений. При формировании ландшафтных композиций, отвечающих всем эстетическим, архитектурным и санитарно-гигиеническим требованиям, следует учитывать особенности трансформации растений во времени, так как изменение общего габитуса пород влияет на плотность насаждений и их декоративность. В целях создания устойчивых, долговечных и высокодекоративных насаждений, которые выполняли бы свои функции, как в молодом, так и в зрелом возрасте, необходимо учитывать возрастные изменения деревьев и кустарников.

Формирование зеленых насаждений и степень их воздействия на окружающую городскую среду определяются многими факторами: характером планировочных решений, структурой и составом насаждений, биологическими особенностями древесно-кустарниковых пород, а также плотностью посадки растений. Густота посадки декоративных пород в значительной степени оказывает влияние на создание устойчивых, высокодекоративных и долговечных насаждений, способных осуществлять свое функциональное назначение. В связи с этим норма посадки древесно-кустарниковых пород относится к числу важных нормативных показателей озеленения городов в рамках градостроительных нормативов [247]. Не менее значима экологическая роль газонов. Они принимают участие в воспроизводстве и оптимизации основных компонентов городской среды, способствуют увеличению ее санитарно-гигиенической комфортности. Газоны поглощают пыль, обогащают атмосферу кислородом. Дерновая поверхность меньше нагревается в жаркие солнечные дни, повышает влажность воздуха, обогащает его фитонцидами [233].

Здоровье горожан напрямую зависит от обилия деревьев в городе, поэтому сохранить и приумножить их численность необходимо из соображений собственной безопасности и здоровья подрастающего поколения. При благоустройстве города, для успешного озеленения необходима реконструкция оросительной сети, которая не только даст влагу деревьям, но и сохранит от разлива дороги. Особенностью градостроительных приемов стран теплого и жаркого климата, равно как и выражением национальных традиций в архитектуре является формирование особой городской среды. При проектировании городов в подобных климатических районах обязательно предусматривается защита от перегрева помещений, улиц, открытых площадей, обеспечивается максимальная аэрация и затененность кварталов [200].

Всемирная Организация здравоохранения утвердила нормы для жителей разных городов. Нормы озеленения, установленные ВОЗ равны 50 м<sup>2</sup> городских зеленых насаждений на одного жителя. В Сингапуре строгая политика планирования городов, защищающих зеленые зоны, принесла отличные результаты, когда на каждого жителя города в настоящее время приходится 66 м<sup>2</sup> территории с зелеными насаждениями [9]. Плохими по условиям озеленения считаются города, где растительность занимает менее 10 % площади города, хорошими - 40-60% [113]. Рекомендуется, чтобы площадь территории зеленых насаждений и водных объектов не была меньше 20% от общей площади города.

## **7.2. Экологическая оценка состояния зеленых насаждений города Каракол**

В советские годы планомерно посаженные зеленые массивы в городах создавали особый благоприятный микроклимат. В этот период пропагандой озеленения города занимались буквально на всех уровнях: от обычных горожан до огромной государственной машины. Госстрой определял срок эксплуатации основных объектов зеленого хозяйства (быстро- и медленно растущие породы, например, дуб, липа, ясень, сосна растут до 60 лет; быстрорастущие породы - тополь, ива, акация, береза растут до 45 - 50 лет). Массовые посадки деревьев были в 1950 - 60-е годы. В современных исследованиях утверждается, что высаженные еще 1950-1960 годы зеленые насаждения приблизились к своей

физиологической старости и подвергаются санитарным вырубкам [26]. В СССР правила и нормы планировки и застройки городов, утвержденные в качестве обязательных, предусматривали и нормы городских зеленых насаждений.

По санитарным нормам и правилам, по которым раньше производилось озеленение города Фрунзе (ныне Бишкек), озеленение территории общего пользования шло 70 к 30. 70% занимали деревья с сомкнутыми кронами, а 30% - это кустарниковые заросли и клумбовое озеленение. Это позволяло задерживать пыль, охлаждать воздух и влиять на температурный режим в городе. Деревья высаживались там, где они не мешали людям, коммуникациям и строительству. В те годы организация «Зеленстрой» была в списке тех, кто проводил мониторинг строительства объектов. В настоящее время подобные организации не имеют голоса в решении проблем архитектуры. Негативно сказывается на состоянии зеленых насаждений фитопатологическая ситуация, возникшая за последние 7-8 лет (минирующий пилильщик - вредитель дубов, миниатюрный пилильщик - вредитель конского каштана) [26].

Не стоит заикливаться на приемах озеленения и паркостроения европейских стран, при этом, не применяя местный восточный опыт садово-парковых хозяйств. Забвение опыта приводит к потере уникального своеобразия улиц, парков, скверов. Традиционно в Средней Азии соблюдалось домостроение, чтобы между домами было много зеленых насаждений, чаще сажали тополь, платан (чинару) и карагач. Неблагоприятное воздействие континентального климата в Средней Азии компенсировалось только зелеными насаждениями. Кроме того, лишённые нормальных условий деревья, кустарники и травяные растения резко изменяют форму роста, размер и окраску листьев, снижают свою декоративность, чахнут или полностью погибают. Такую картину мы в настоящее время наблюдаем в г. Каракол.

Город Каракол, ранее Пржевальск, является четвертым по величине городом Кыргызстана. Его площадь составляет 4,8 тыс. га. Численность населения в городе Каракол (включая Пристань - Пржевальск) на 2023 год

составляет 79 700 человек. Среди 31 городов Кыргызской Республики занимает 4 место по численности населения в стране [136].

В начале XX века военный губернатор Семиреченской области, генерал-лейтенант М. Фольбаум при посещении г. Каракол, отмечал разнообразие древесных насаждений, особенно, в так называемом, городском саду. Город обязан трудам Н. М. Барсова (врача, городского старосты, коллежского советника) по улучшению школьного дела и здравоохранения, насаждению городского парка - одного из лучших в Туркестанском крае садово-парковых насаждений, который горожане называли «Барсовским». Под его руководством в 1899 году в Караколе был заложен парк на площади 18,5 га [229]. Каракол (Пржевальск) был городом сравнительно высокой культуры. Город был хорошо озеленен, «город-сад», как его называли. Вдоль тротуаров белые стволы в два обхвата аллей тридцатиметровых пирамидальных серебристых тополей создавали впечатление колоннады. В старом тенистом парке росли тяньшаньские ели, дубы, карагачи, тополя, орех, клены и березы. Необычные для Средней Азии березы были посажены на улицах Пржевальска русскими переселенцами. В течение многих лет, пирамидальные кроны тополей олицетворяли столицу Прииссыккуля г. Каракол. Обилие солнца и частые летние дожди позволяли выращивать в приусадебных садах алма-атинский апорт, черную смородину, малину и различные овощи. По данным архивных материалов, площадь зеленых насаждений общего пользования на 1974г. в г. Пржевальск составляла - 37 тыс. м<sup>2</sup>, а площадь уличных посадок - 134 тыс. м<sup>2</sup> [223].

В настоящее время в г. Каракол разработан комплекс мероприятий, направленных на решение вопросов сохранения жизнеспособности, защитных экологических функций зеленых растений, восстановления и ландшафтно-архитектурного благоустройства города, обеспечивающих улучшение и поддержание комфортности среды жизни населения и состава атмосферы [224]. Несмотря на предпринимаемые меры крайне медленно и иногда непродуманно осуществляется озеленение г. Каракол. В последние десятилетия резко

сократились масштабы озеленения по сравнению с масштабами роста площади и населенности города. Определенное отставание привело к заметному ухудшению состояния городской среды, стало одной из причин общего ухудшения экологического состояния г. Каракол [20, 153].

При отсутствии четкой и сбалансированной зеленой политики, когда деревья закатываются в асфальт, обрезаются до состояния пня, при отсутствии полива и надлежащего ухода многие деревья слабеют и падают, что вызывает новую цепную реакцию по вырубке и аварийных и здоровых деревьев, зачастую в угоду местному бизнесу, расширению дорог или парковок. Нету экономической ценности зеленых насаждений, причем именно взрослых деревьев.

По-видимому, в связи с изменением климата, когда нередки случаи аномальной жары в летнее время, стало невозможным пройти через город, не выходя из-под крон деревьев. При этом в городе все меньше озелененных участков. И это приводит к отрицательным последствиям для здоровья горожан, поскольку именно деревья, причем значительные массивы, и создают благоприятный микроклимат. Повышенная загазованность и запыленность воздуха, асфальтовое покрытие улиц и площадей, наличие подземных коммуникаций в зоне корневой системы растений, механические повреждения и интенсивный режим использования городских насаждений населением, их срезка при строительстве и неорганизованность ирригационных систем - все это оказывает в условиях городской среды Каракола негативное влияние на жизнедеятельность растений и приводит к их преждевременному старению и отмиранию, а также к потере декоративного вида деревьев и угрозе их падения (такую картину можно наблюдать по всей области). Городскую среду ухудшают так называемые, тучные застройки. Одновременно резкое сокращение площадей, занятых зелеными насаждениями. В городах приемлемая для человека среда обитания создается только деревьями.

Обследование зеленых насаждений г. Каракол показало, что структура посадок и физиологическое состояние растений не способны выполнять

микrokлиматические и оздоровительные функции. Деревья в городе в настоящее время стоят с ослабленной неразвитой кроной, с сухими скелетными ветвями и без травяного покрова под их пологом, что дает гораздо меньше кислорода по сравнению с хорошо развитыми. Такие насаждения менее эффективны и в снижении шума и осаждении пыли. В городе очень много суховершинных и больных деревьев и почти отсутствуют кустарники (рис. 7.2.1).

Важным агротехническим мероприятием по уходу за зелеными насаждениями является полив. При поливе необходимо, чтобы весь корнеобитаемый почвенный слой пропитался влагой полностью, число поливов в течение вегетационного периода должно быть не менее 10 - 12. Учитывая, что с каждым годом возрастает дефицит поливной воды, это тоже одна из больших проблем города Каракол.







Рисунок 7.2.1 – Состояние зеленых насаждений г. Каракол

В г. Каракол имеются также наиболее достопримечательные деревья, подлежащие особой охране. Такие единичные старовозрастные экземпляры сохранились (например, орех по улице Ю. Абдрахманова), и как исторические памятники требуют к себе особо бережного отношения (рис. 7.2.2).



Рисунок 7.2.2 – Орех по ул. Ю. Абдрахманова в г. Каракол

Очень показательное такое отношение к деревьям в Душанбе и Ташкенте, которое мы наблюдали в 2014 и 2022-2023 годах (рис. 7.2.3). Несмотря на грандиозное строительство зданий, там сохранили подобные реликтовые деревья. Желательно, возле таких деревьев отвести охранную зону и установить



таблички с указанием исходных данных (возраст, высота, диаметр), исторической и дендрологической ценности [27].



Рисунок 7.2.3 – а) Душанбе; б) Ташкент.

В случае с возрастным орехом в г. Каракол вообще произошло запечатывание почвы, которое явилось результатом покрытия земли непроницаемым бетоном (рис. 7.2.2). Это подрывает большинство экосистемных услуг почвы, особенно фильтрацию и регулирование воды [90]. То есть города сталкиваются с глобальными климатическими опасностями, которые усиливаются за счет герметизации почвы.

Запечатывание почвы происходит повсеместно, во всех городах нашей республики (строительство и ремонт дорог, прокладка тротуаров, строительство домов). Запечатывание сокращает жизнь почвы и изменяет альбедо поверхности и теплопередачу от эвапотранспирации, что может способствовать повышению температуры и росту проблем со здоровьем во время периодов аномальной жары [302]. Этот процесс считается одной из основных угроз функционированию почвы, при том, что около половины всех новых городских территорий в пределах Европейского союза запечатаны [399]. Асфальтовые покрытия с темной поверхностью, удаление кустов и деревьев в городах ведут к поступлению тепловой энергии в почву и нарушают естественные процессы охлаждения и испарения [228].

Можно показать, что проблемы, обусловленные изменением климата, такие, как улучшение регулирования микроклимата и сокращение наводнений,

являются наиболее важными аргументами в пользу дальнейшего снижения степени герметизации и защиты «зеленой» окружающей среды в городах [67].

В результате систематического отсутствия полива и ухода за посадками оставшиеся зеленые насаждения в городе утратили свои санитарно-гигиенические функции. Полагаем, что в настоящее время причинами обеднения урбанистической флоры г. Каракол являются недостаточное использование адаптированного ассортимента древесных видов, плачевное состояние ирригационной системы города, незапланированность построек (стихийное строительство), угрожающее увеличение количества транспорта и т. д. Деревья в г. Каракол стареют или вообще вырубаются.

В 70 - 80-е годы XX века в г. Фрунзе было высажено 545,5 тыс. экземпляров из 150 видов и форм деревьев и кустарников, построено и отремонтировано ирригационной сети 116 км. Пржевальск был озеленен в эти годы 55 видами деревьев и кустарников. Тогда еще многие исследователи считали зеленый наряд города ограниченным [27]. В настоящее время мы наблюдаем еще более ограниченный набор деревьев при посадках. Это в основном хвойные деревья [20; 153].

Исследования, проведенные нами в г. Каракол, показали содержание в воздухе пылицы 20 таксонов древесно-кустарниковых растений, из которых 6 таксонов голосеменных (*Gymnospermae*), относящихся к классу хвойных (*Pinopsida*). Состояние городской зоны, где помимо местных видов, есть множество интродуцентов, выявило неудовлетворительное состояние древесно-кустарниковой растительности. Конечно, здесь большую роль играют социальные аспекты, способствующие загрязнению природной среды города и ухудшающие его экологическое состояние: огромное количество автомобилей с их выхлопными газами, многочисленные стройки – источник пыли и грязи, вырубка деревьев, плачевное состояние оросительной системы и постепенное высыхание деревьев на улицах и в парках. По дорогам г. Бишкек сейчас ездит более 400 тысяч машин. Автомобили стоят в пробках, в которых количество выбрасываемых ими газов увеличивается в несколько раз. Это и оксид серы, и

оксид свинца, и фенольные соединения, и бензапирен. В г. Каракол, как и в остальных городах Кыргызской Республики, автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения воздуха. Известно, что один легковой автомобиль ежечасно выбрасывает в атмосферу 60 м<sup>3</sup>, а грузовой 120 м<sup>3</sup>. Такая концентрация особо опасна в межгорной впадине (Иссык-Кульской котловине) с ограниченными условиями для вентиляции, где находится город [189].

Одним из важных положительных свойств посадок деревьев является ионизация воздуха растениями. На ионизацию воздуха влияет как степень озеленения, так и природный состав растений. Лучшими ионизаторами воздуха являются смешанные хвойно-лиственные насаждения. Видовой состав пыльцы, уловленной на ленты ловушки, показал, что по количеству в г. Каракол преобладает пыльца хвойных - 65-75% (рис. 7.2.4). Количество пыльцы лиственных деревьев варьировало в пределах 25-35%. Полагаем, что в последние годы для выполнения плана по озеленению города, высаживаются в большом количестве хвойные деревья, сосна и ель [150].

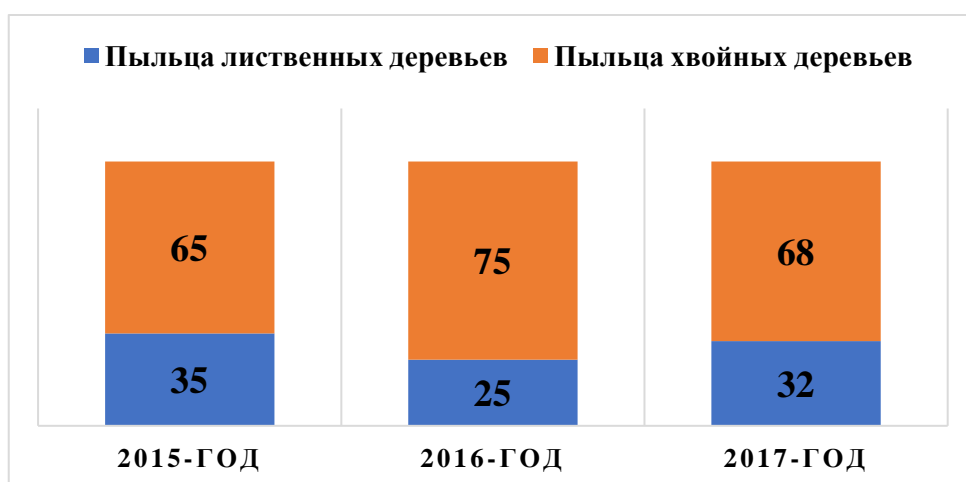


Рисунок 7.2.4 - Соотношение пыльцы лиственных и хвойных деревьев по годам исследования (%).

Еще одна проблема для зеленых насаждений в г. Каракол - это выпас скота. Скот (мелкий и крупный рогатый) часто находится на территории города без присмотра, что говорит об игнорировании правил содержания скота

горожанами. Выпас скота негативно отражается на городском озеленении. Скот наносит повреждения зеленым насаждениям.

Повреждение зеленых насаждений - механическое, термическое, химическое и иное причинение вреда кроне, стволу, ветвям древесно-кустарниковых растений, их корневой системе, повреждение надземной части и корневой системы травянистых растений, являющееся причиной ухудшения его состояния, влекущее впоследствии прекращение роста насаждений и их гибель. Так же к повреждению зеленых насаждений относится механическое повреждение ветвей, нарушение целостности коры, загрязнение зеленых насаждений либо почвы в корневой зоне вредными веществами, вытаптывание, наезд автотранспорта, поджог и иное причинение вреда [187]. В дореволюционных документах о содержании дворов и улиц г. Пржевальска указывается на полный запрет пастьбы скота на городских улицах (рис. 7.2.5).

В связи с антропогенным прессом и климатическими изменениями в последние годы актуальным является проведение постоянного мониторинга растительных сообществ для выявления изменений в них и прогнозирования их дальнейшего существования. Изменение климата имеет определенную степень воздействия на живые организмы. Потепление климата, связываемое с выбросами в атмосферу значительных количеств углекислого и других газов, должно сказаться на сроках важных сезонных событий в жизни растений, таких как начало цветения. От периода цветения зависят многие процессы в жизни растений (образование плодов, рассеивание семян и т.п.).

Принимая во внимание тот факт, что пыльцевая продуктивность растений из года в год значительно варьирует, некоторые древесные растения в отдельные годы вообще не образуют пыльцу. В районе исследования, по-видимому, это связано с тем, что с каждым годом уменьшается количество взрослых деревьев, способных продуцировать пыльцу (рис. 7.2.6). За годы исследования основной пыльцевой спектр был представлен за счет пыльцы трав.

## ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПОСТАНОВЛЕНИЕ.

### Пржевальского Межведомственного Совещания.

#### Для граждан Пржевальска.

1) Все жители и учреждения обязаны заботиться, чтобы дворы, половники улиц и тратуары, прилегаемые к домам, содержались постоянно в порядке и чистоте, для чего навоз, зола, мусор и прочие хозяйственные отбросы должны вывозиться в указанные места за городом.

Примечание: Граждане, имеющие своих перевозочных и материальных средств, сообщают об этом в Пржевальскую эпидемиологическую секцию при отделе здравоохранения.

2) Навоз предназначенный на выделку кизяка, должен быть собран в кучи вдали от арыков и отгорожен, выделку кизяка в городе немедленно прекратить и оставшийся навоз в недельный срок вывезти за город на указанные для свалки места.

3) В каждом дворе должны быть помойные ямы, отхожие места, по наполненным их, хозяева сообщают в том в эпидемиологическую секцию для присылки ассанизационного обхода.

4) Арыки должны быть исправлены и содержаться в чистоте. Строго воспрещается мыть и полоскать белье, посуду, пить и мыть животных; пускать к арыкам птиц и пр.

5) Все неровности улиц (ямы, выбоины) должны заливаться землей, но не навозом, золой или мусором.

6) Запрещается полоскать белье в реке Караколке с рассвета до 11 часов дня, когда население берет воду для питья.

7) Воспрещается разпускать и пастись скот по улицам; лошадей, коров, телят и свиней.

8) Через неделю после опубликования настоящего постановления санитарной комиссии будет произведен подробный осмотр всего города. По истечении этого срока, замеченные в неисполнении вышеперечисленных мер вызовут привлечение к строгой ответственности, денежный штраф до 25000 рублей или же заключение в рабочий дом до 3-х месяцев.

9) Для санитарного надзора гор. Пржевальска учреждается санитарная милиция, все требования которой в санитарном отношении, должны безукосленно исполняться.

Заведующий Эпидемиологической Секцией при Пржевальском отделе  
Здравоохранения Ланнин.

Секретарь отдела Здравоохранения А. Храмых.

Рисунок 7.2.5 - Постановление о содержании улиц г. Пржевальска [185]

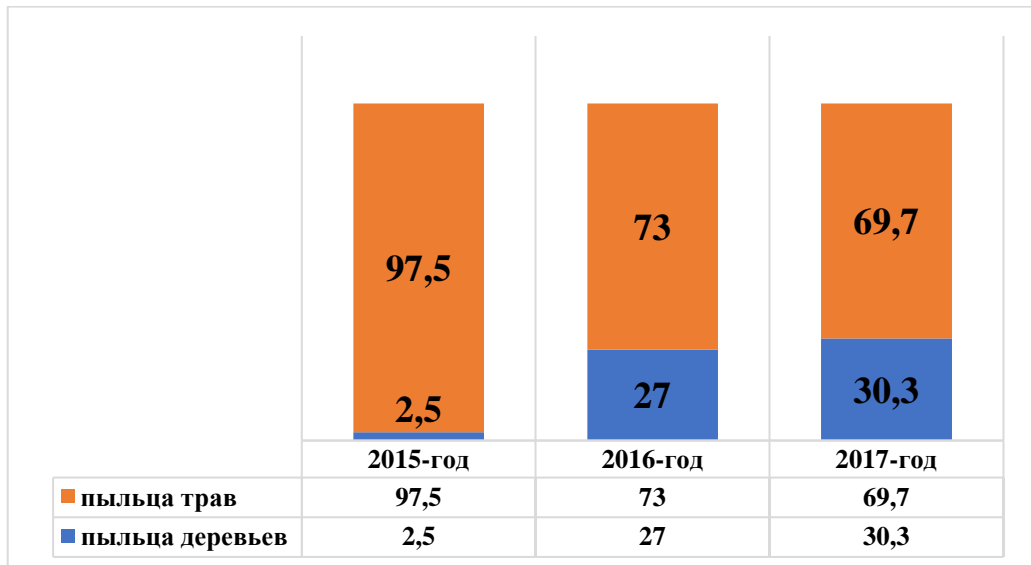


Рисунок 7.2.6 - Соотношение количества пыльцы деревьев и трав по годам исследования (%)

Изменение климата может повлиять на производство, распределение, аллергенность пыльцы, и рост сорной (рудеральной) растительности в городах. Сорные растения - это растения нарушенных местообитаний. Сорная рудеральная растительность – это мусорная растительность, произрастающая вблизи жилья [47]. По Gadermaier (2004), сорняки представляют собой разнородную группу растений, обычно не представляющих коммерческой или эстетической ценности. Помимо прочего сорная растительность представляет прямую угрозу здоровью человека в виде наличия аллергенной пыльцы. Важные аллергенные сорняки относятся к семействам Asteraceae, Amaranthaceae, Urticaceae, Euphorbiaceae и Plantaginaceae. Известные на сегодняшний день аллергенные сорняки упоминаются в соответствующих базах данных аллергенов, таких как [www.allergome.org](http://www.allergome.org) и [www.allergen.org](http://www.allergen.org) [271]. На сегодняшний день в номенклатурной базе данных аллергенов IUIS зарегистрировано 34 аллергена пыльцы сорных растений [312]. В экологическом контексте пыльцевой спектр местности зависит от естественной растительности, землепользования, декоративной флоры в зеленых городских зонах и рудеральной городской флоры [421].

Пыльца аллергенных видов растений будет меняться в количественном и качественном отношении в зависимости от климата и проблем окружающей среды. Это, прежде всего увеличение концентрации пыльцы аллергенных видов, изменение сроков и продолжительности сезона пыления. Последствия этих изменений в том, что пыльца под действием антропогенных воздействий может меняться с течением времени. Некоторые таксоны растений могут уменьшиться или вообще исчезнуть, некоторые мигрировать, могут измениться ареалы произрастания.

Для оздоровления городской среды необходима коллективная защита, которая складывается из системы мероприятий, уменьшающих также содержание аллергенной пыльцы в воздухе. Специалисты, работающие в данной отрасли, должны подбирать деревья и кустарники, злаковые травы для газонов, цветы для клумб при озеленении городов и поселков, и здесь должна проявляться



согласованность и единство с врачами-аллергологами. Если соответствующими службами своевременно скашивать злаковые и сорные травы на газонах, не допуская их массового цветения, можно предотвратить выделение значительного количества аллергенной пыльцы в воздух [102].

Более того, рекомендуется проводить конкретные мероприятия, в частности, включать в планы хозяйств по озеленению систематическую борьбу с сорняками и другими растениями, обладающими аллергенными свойствами и не имеющих хозяйственной ценности; распространять знания среди населения и призывать вести борьбу с сорной растительностью во дворах и на улицах [98]. Правильное содержание газонов заключается в аэрации, покосе, обрезке бровок, борьбе с сорняками, подкормках, поливе, удалении опавших листьев осенью и ремонте. Уничтожение сорняков на газоне производится скашиванием и прополкой. Ручная прополка проводится на молодых неокрепших газонах. Сорняки выпалываются по мере их отрастания до цветения и осеменения. Деревья и кустарники, не обладающие аллергенной пыльцой: представители голосеменных - ель, сосна, можжевельник (арча), биота (эти же растения образуют противомикробную зону в городе); плодовые деревья - яблоня, вишня, слива, персик, боярышник (все представители семейства Розовых). Из других семейств для озеленения можно рекомендовать тополь, ивы, конский каштан, орех грецкий.

Еще Ган П. А. (1975) отмечал, что в условиях Средней Азии, где основное назначение зеленых насаждений в населенных пунктах – создание оптимального микроклимата для жизни человека, тополь должен быть одной из главных пород [35]. Поэтому отдельное место в наших рекомендациях предпочтительно посвятить тополю. В советское время в г. Каракол высаживался тополь, так как его себестоимость была практически нулевая (рис. 7.2.7).

В нашей стране озеленение издавна осуществляется в основном за счет инорайонных растений, давно вошедших в культуру и относящихся к местным представителям. Таким представителем является тополь пирамидальный, который отличается высокими декоративными качествами и быстротой роста.



Рисунок 7.2.7 - Тополь в г. Каракол (адаптировано из «Иссык-Кульское региональное управление Архивной службы КР»)

Его густая крона глушит городской шум и является фильтром от поднимаемой ветром пыли. За свою стройность, компактную и пирамидальную крону он получил название среднеазиатского кипариса [66]. Так, по данным исследователей один экземпляр *Populus pyramidalis* за день может транспирировать более 2000 кг воды, хорошо освежая и увлажняя воздух. Это прилежный городской санитар, чемпион среди деревьев по очистке воздуха от углекислого газа, пыли и сажи [13].

Крона тополя защищает от пыли и обогащает воздух кислородом наряду с дубом, ясенем, кленом, белой акацией и гледичией. Он выделяет большое количество фитонцидов - биологически активных веществ, убивающих или подавляющих рост и развитие болезнетворных бактерий, микробов. Тополь в 60 раз больше выделяет фитонцидов, чем другие деревья. Большое разнообразие тополей, высокая приспособляемость их к произрастанию в различных почвенно-климатических условиях, декоративность, легкость вегетативного размножения, быстрота роста позволяют производить отбор видов, наиболее отвечающих целям и экологическим условиям [35].

Продолжительность жизни тополя в городах составляет в среднем 50 лет. Это большой срок, так как защитные свойства тополя проявляются уже в 5-



летнем возрасте при достижении высоты 10 м. При этом затеняются стены домов на высоту 2-3 этажей. Для более продолжительного действия создаваемых озеленительных посадок, целесообразно создавать смешанные из быстрорастущих древесных пород и сравнительно медленно растущих, но долгоживущих: например, тополь - платан - вяз - орех.

Иногда можно услышать возражения против посадки женских экземпляров тополей из-за недолговечности и выделения большого количества пуха в период плодоношения. «Посадка в городе женских экземпляров тополей и других растений, засоряющих территорию во время плодоношения или вызывающих массовые аллергические реакции во время цветения, не допускается» указывается в Правилах благоустройства города Бишкек [187]. Но тополь - двудомное растение, имеются мужские и женские растения. И во избежание засорения улиц летучками семян тополя (пухом), необходимо высаживать в озеленительных культурах отцовские формы деревьев, что при размножении тополей черенками не представляет труда [144]. К сожалению, в г. Каракол на протяжении нескольких десятков лет тополь уничтожается повсеместно.

Несомненно, правильный подбор лиственных и хвойных деревьев, кустарников значительно обогатит архитектурно-художественный вид города. В результате проведенных исследований нами были отобраны хозяйственно-ценные формы основных древесно-кустарниковых пород и интродуцентов, определены декоративные качества. На основании проведенных работ по обследованию насаждений города, а также руководствуясь работами некоторых исследователей [50; 34; 220; 19], рекомендуем нижеследующие породы для создания устойчивых насаждений при озеленении города Каракол. Ассортимент древесных растений состоит из 90 видов, из них хвойные – 21, лиственные – 40, кустарники – 34. Местная флора представлена 30 видами (табл. в приложении 7).

Для устойчивого развития территории города Каракол в настоящее время необходимы: - энергоэффективный ландшафтный дизайн в форме правильного размещения и выбора деревьев; - создание и улучшение среды обитания для

животных в городских условиях; - важной частью устойчивого озеленения является селекция растений. При этом, необходимо выращивание местного материала и интродуцированного, которое необходимо из-за быстро меняющихся условий среды. С одной стороны, местное растение, адаптированное к местным климатическим условиям, потребует меньших усилий для выращивания. С другой стороны, грамотное расширение ассортимента зеленых насаждений за счет интродукции явилось бы хорошей тенденцией для улучшения экологической обстановки в городе. В озеленительных посадках г. Каракол встречаются прошедшие соответствующие испытания и рекомендованные для их использования экзоты. К ним относятся не только иноземные, но и местные породы, выращиваемые за пределами естественного его ареала. В некоторых случаях экзоты имеют явное преимущество перед местными лесообразующими породами по скорости роста, качеству древесины, декоративности.

В нашей республике накоплен опыт по выращиванию древесных пород-экзотов из разных стран, преимущественно североамериканского происхождения, которые показали лучшие результаты при их испытании в озеленении в городах республики и в курортной зоне озера Иссык-Куль. С 2010 года по настоящее время в разных регионах Чуйской долины и в г. Бишкек с целью озеленения были испытаны следующие виды древесных и кустарниковых пород: клен остролистный или платановидный (*Acer platanoides* L.), скумпия кожевенная (*Cotinus coggygria* Scop.), катальпа бигнониевидная, или обыкновенная (*Catalpa bignonioides*), каркас кавказский (*Celtis caucasica*), бузина черная (*Sambucus nigra*), орех грецкий (*Juglans regia*), калина обыкновенная или красная (*Viburnum opulus*), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea*), боярышник понтийский (*Crataegus pontica*), алыча (*Prunus cerasifera*), вяз Андросова (*Ulmus androssowii*), гледичия обыкновенная (*Gleditsia triacanthos*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), миндаль обыкновенный (*Prunus dulcis*), можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana*), стелющийся можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*), спирея японская (*Spirea japonica*),

пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius*), жимолость странная (парадоксальная) (*Paradoxical Honeysuckle*), фундук обыкновенный (*Corylus avellana* Cosford), бундук канадский, или кентуккийское кофейное дерево (*Gymnocladus dioicus*). Интродукция и акклиматизация древесно-кустарниковых пород является сложной и спорной научной проблемой. Проблема вызывает споры, так как считается, что интродукция вызывает вытеснение местных видов растений. Но обогащение флористического состава за счет интродуцируемых пород является сегодняшней тенденцией во всем мире. Так как в целях изменения приземного слоя воздуха, для поднятия плодородия почвы, приходится прибегать к интродукции [232].

Тенденции к изменению фитоценозов идут во всех регионах Кыргызстана под влиянием антропогенных факторов. Это и усиленная пастбищная нагрузка, увеличение площадей под землепользование, озеленение территорий. Так, по данным Касиева К. С., флора культурной растительности биосферной территории «Иссык-Куль» усложнилась. В количественном отношении культивируются 42 вида деревьев и кустарников, применяемых в озеленении [86]. Но это необходимо, так как естественная растительность не справляется со своими экологическими функциями. Вышеперечисленные виды деревьев и кустарников в течение ряда лет уже хорошо растут в условиях климата Кыргызстана. При интродукции этих деревьев и кустарников в новых условиях не менялись декоративные качества и морфометрические признаки. С 1948 по 2018 гг. на территории Кыргызстана интродуцировано зеленых насаждений на 48 тыс. га. Такая высокая доля интродукции свидетельствует о том, что в наших условиях многие виды древесных и кустарниковых пород хорошо приживаются [232].

В Кыргызстане основную роль в интродукции и введении в культуру ценных видов и форм древесных растений в курортной зоне озера Иссык-Куль принадлежит Научно-производственному центру исследования лесов им. П. А. Гана Института биологии НАН КР, и его стационарам «Дендропарк Кара-Ой» и Ак-Суйскому лесному опытному хозяйству им. В. П. Фатунова. Создание своих

коллекций этими организациями проводились семенами, черенками, растениями из ботанических садов и других научных учреждений СНГ и зарубежных стран [34].

В настоящее время в г. Каракол нередки случаи аномальной жары в летнее время, когда становится невозможным пройти через город, не выходя из-под крон деревьев. При этом в городе все меньше озелененных участков. И это приводит к отрицательным последствиям для здоровья горожан, поскольку именно деревья, причем значительные массивы, создают благоприятный микроклимат. Обеднение урбанистической флоры г. Каракол уже вносит свой вклад в повышение температуры воздуха в летнее время.

Таким образом, в настоящее время в г. Каракол наблюдается «демографическая проблема» в озеленении: старые насаждения стареют и гибнут, а молодых насаждений нет, так как они не приживаются в ставших более агрессивными условиях города. И еще отметим, очень плохой уход за ними со стороны муниципального предприятия по озеленению. Исследователи отмечают, что деревья в г. Бишкек теряют свои средозащитные функции, в результате чего ухудшается состояние воздушного бассейна города [26]. Поэтому реконструкция и создание необходимых площадей зеленых зон в г. Каракол является первоочередным и актуальным вопросом для города. Нужно предпринимать практически все меры для улучшения экологической обстановки в г. Каракол, так как зеленая инфраструктура вносит большой вклад не только для здоровья горожан, но и в инвестиционный климат города.

Для снижения климатических рисков деревья, и в целом, урбанистическое озеленение являются доступной технологией, которая способна выполнять многие функции. Поэтому, для снижения совокупного воздействия урбанизации и изменения климата необходимо планомерное озеленение в городах с учетом рекомендаций всех соответствующих специалистов в подборе ассортимента древесно-кустарниковых пород.

**Экологическая оценка состояния зеленых насаждений города Каракол, и меры по разработке практических рекомендаций по улучшению**

**его состояния приводят к соответствующим выводам:** 1. Создание городских насаждений с оптимальной плотностью посадки деревьев и кустарников должно основываться на общих принципах формирования озелененных пространств. 2. При подборе ассортимента растений для целей озеленения необходимо учитывать, насколько местность и почвенно-климатические условия, где создаются зеленые насаждения, соответствуют естественному ареалу и экотипу намеченных к применению растений. 3. В подборе растений для создания ландшафтных композиций наиболее важное значение имеют экологический, фитоценотический и декоративный принципы. В связи с этим необходимо предпринимать особые меры: 1. Проводить мониторинг выживания озеленения в различных частях города и формировать прогноз его сохранения и возобновления, на основе которого корректировать Генеральный план Каракола и другие документы по развитию города. 2. Для привлечения жителей и организаций к процессу озеленения дворов: проводить пропагандистскую кампанию полезности озеленения; обеспечивать со стороны муниципальных органов методическую помощь населению в планировке двора, выборе оптимальных мест для посадки деревьев с учетом уборки и/или хранения снега зимой, выборе растений и посадке, ограждении; сделать доступными для покупки жителями и организациями дешёвых саженцев из питомников лесных хозяйств региона и республики; реализовать при поддержке муниципалитета проекты по озеленению силами жителей.

## **ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Произведена оценка работы гравиметрической и волюметрической ловушек. Волюметрический пыльцеуловитель предлагает ряд преимуществ, несмотря на то, что оба метода регистрируют одни и те же относительные изменения концентрации пыльцы в воздухе. В связи с изменениями состояния окружающей среды аэроаллергены могут быть обнаружены в разных средах. Поэтому целесообразно применять в

- аэробιοлогическом мониторинге оба метода, причем ловушка Дюрама в некоторых случаях незаменима в труднодоступных условиях среды.
2. В течение трех сезонов наблюдения (2015-2017 гг.) в воздухе г. Каракол присутствовала пыльца 37 таксонов растений: из них 16 таксонов древесно-кустарниковых растений, 16 таксонов трав; 5 таксонов класса хвойных (*Pinopsida*). 7 таксонов растений доминировали: астровые (*Asteraceae*), среди них полынь (*Artemisia sp.*), маревые (*Chenopodiaceae*), злаковые (*Poaceae*), коноплевые (*Cannabiaceae*), сосна (*Pinus sp.*), кипарисовые (*Cupressaceae*), ель (*Picea sp.*). Пыльца ведущих аэроаллергенов - полыни, злаков, маревых - содержится в воздухе г. Каракол в значительных количествах и значительный период (до 150 дней). Качественный и количественный состав пыльцы в воздухе разных лет практически идентичен, но имеются отличия в преобладании и наличии определенных таксонов. Видовой состав пыльцы деревьев показал, что по количеству в г. Каракол преобладает пыльца хвойных. В воздухе г. Каракол из 24 видов грибов (8 классов, 18 семейств, 3 отделов (*Ascomycota* - 17, *Basidiomycota* - 6, *Oomycota* - 1)), в значительных количествах выпали главные аллергены - тандем спор *Alternaria* и *Cladosporium*.
  3. Температура воздуха оказывает большее влияние на концентрацию пыльцы и начало пыльцевого сезона, чем другие переменные. В наших исследованиях корреляция с температурой была положительной, в то время как связь с осадками и относительной влажностью воздуха была отрицательной. При наличии осадков происходило значительное вымывание пыльцы, и в воздухе снижалось содержание аллергенов. Наиболее значимым метеорологическим фактором, влияющим на циркуляцию спор грибов в воздухе является температура.
  4. Ассортимент культурных растений в регионе за последние почти 100 лет изменился. Процесс расширения посевных площадей в Иссык-Кульской области Кыргызской Республики повлиял на аэробιοлогический спектр

воздуха населенных пунктов. Увеличилось количество таксонов трав. В воздухе увеличивается количество пыльцы *Poaceae*. Наблюдались высокие концентрации спор грибов. В результате исследования идентифицировано 24 таксона спор грибов, которые все без исключения являются паразитами растений. Увеличение продолжительности пыльцевого сезона и расширение сельскохозяйственных территорий и изменения в землепользовании определяют спорово-пыльцевой спектр в воздухе.

5. Проведен комплексный эколого-биологический анализ концентрации пыльцы растений и спор грибов в условиях изменения климата, загрязнения окружающей среды и изменения системы землепользования, где основное влияние антропогенной триады на пыльцу растений и споры грибов заключалось в: увеличении времени начала роста растений и удлинении сезона пыления; колонизации и росте грибов; увеличение концентрации и видового состава пыльцы аллергенных растений в воздухе регионов, особенно в городской среде, по вертикальной зональности в горных условиях; повышение количественных тенденций в концентрации аэроспор; изменение аллергенного потенциала: увеличение числа аллергенов, содержащихся в пыльце и спорах грибов; изменение в геопространственном распределении пыльцы; перенос спор грибов на значительные расстояния; появление в аэромикологическом спектре регионов новых видов спор грибов; изменения в качественном и количественном составе пыльцы аллергенных растений, в особенности злаковых трав, и аэроспор, в связи с изменением в системе землепользования; увеличении числа неопределенной пыльцы и споровых частиц в аэробиологических исследованиях.
6. В последние десятилетия резко сократились масштабы озеленения по сравнению с масштабами роста площади и населенности города Каракол. Структура посадок и физиологическое состояние растений не способны выполнять микроклиматические и оздоровительные функции. В

результате систематического отсутствия полива и ухода за посадками оставшиеся зеленые насаждения в городе утратили свои санитарно-гигиенические функции. Наблюдается «демографическая проблема» в озеленении: старые насаждения стареют и гибнут, а молодых насаждений нет, так как они не приживаются в ставших более агрессивными условиях города. Причинами обеднения урбанистической флоры г. Каракол являются недостаточное использование адаптированного ассортимента древесных видов, плачевное состояние ирригационной системы города, незапланированность построек (стихийное строительство), угрожающее увеличение количества транспорта и т. д. Состояние городской зоны, где помимо местных видов, есть множество интродуцентов, выявило неудовлетворительное состояние древесно-кустарниковой растительности: содержание в воздухе пыльцы 20 таксонов древесно-кустарниковых растений, из которых 6 таксонов, относящихся к классу хвойных (Pinopsida) (пыльца хвойных - 65-75%, пыльца лиственных деревьев - 25-35%).

В результате этого предлагаются следующие **практические рекомендации как выполнимые меры по адаптации к изменению климата:**

1. Расширять и укреплять системы сбора и анализа данных для мониторинга климатических изменений; изменений в подверженности населения климатическим воздействиям, уязвимости здоровья населения, а также применять эту информацию для принятия эффективных мер.
2. Разработать и внедрять образовательные программы, с акцентом на изменения климата (последствия этих изменений и меры адаптации).
3. Рекомендуется усиление озеленения населенных пунктов для снижения теплового воздействия на городскую среду и решения многих экологических проблем, при этом с точки зрения аллергенности пыльцы растений:
  - а) Высаживать большое количество древесно-кустарниковых растений, так как число больных с аллергией к пыльце деревьев невелико, что объясняется



коротким периодом цветения древесных пород (контакт с пылью непродолжителен). Вводимые при озеленении города посадки согласовывать с аллергологами для учета аллергенных свойств растений;

б) При озеленении высаживать преимущественно женские экземпляры деревьев;

в) Высаживать в городских районах неаллергенные виды деревьев, таких как *Pinaceae*, *Ulmaceae*, исключая *Cupressaceae*, *Betulaceae*), декоративные растения, не обладающих аллергенной пылью. В первую очередь это представители голосеменных: ель, сосна, большинство плодовых деревьев и кустарников (калина, жимолость, сирень, бирючина, бузина), одновременно желательно отдавать предпочтение местным видам растений, не требующим сложного ухода;

г) Контролировать видовой состав и численность популяций растений в местах проживания людей (управлять аллергенными растениями, вплоть до уничтожения некоторых видов).

д) В связи с более выраженными аллергенными свойствами пыльцы трав необходимо: целенаправленное уничтожение сорных растений; злаковые травы (*Poaceae*), растущие на газонах скашивать (неоднократно) до наступления массового цветения; не допускать зацветания *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, заселяющих все пустоши города;

е) В теплые периоды организовывать утренние поливы цветущих растений для скорейшего осаждения пыльцы из воздуха; при озеленении травянистыми растениями отдавать предпочтение злаковым-однолетникам.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абдрасил, Г. С. Научные основы мониторинга биоаллергенов воздушной среды (на примере г. Алматы и Алматинской области) [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 14.00.07; 14.00.36 / Г. С. Абдрасил. – Алматы, 2004. – 46 с.
2. Абылмейзова, Б. У. Экспансия верхней границы елового леса в нивально-гляциальный пояс при изменении климата на Тянь-Шане за последние 50 лет [Текст] / Б. У. Абылмейзова, О. И. Элеманов // Лед и снег. – 2011. – № 4 (116). – С. 32–38.
3. Агаджанян, Н. А. Физиология человека [Текст] / Н. А. Агаджанян. – М.: РУДН, 2002. – 346 с.
4. Адаптация к изменению климата в горных районах Центральной Азии [Текст] / Программа ООН по окружающей среде, 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/centralasia\\_rus.pdf](https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/centralasia_rus.pdf) – Загл. с экрана.
5. Адо, В. А. Поллинозы [Текст] / В. А. Адо, Н. Г. Астафьева. – М.: Знание, 1991. – 221 с.
6. Алексеев, А. Н. Влияние глобального изменения климата на кровососущих эктопаразитов и передаваемых ими возбудителей болезней [Текст] / А. Н. Алексеев // Вестн. Рос. акад. мед. наук (РАМН). – 2006. – № 3. – С. 21–25.
7. Амбарцумян, А. А. Изменение климата и его влияние на страны Центральной Азии [Текст] / А. А. Амбарцумян, А. А. Кадыров // Сборник тр. конф. «Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (Экопром – 2022)». – СПб., 2022. – С. 248–252.
8. Аномальная пыльца рода *Pinus* L. как индикатор палеоклиматических флюктуаций в позднем голоцене [Текст] / Т. А. Мельникова // Вестн. Дальневост. отд-ния Рос. АН (ДВО РАН). – 2004. – № 3. – С. 178–182.

9. Ануфриев, В. П. Устойчивое развитие. Энергоэффективность. Зеленая экономика [Текст] / В. П. Ануфриев, Ю. В. Гудим, А. А. Каминов. – М.: ИНФРА-М, 2022. – 201 с.
10. Аракава, Х. Изменения климата [Текст] / Х. Аракава. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 7 с.
11. Атлас пыльцевых зерен астровых (Asteraceae) [Текст] / [Н. Р. Мейер-Меликян, И. Ю. Бовина, Я. В. Косенко и др.]. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 236 с.
12. Афонин, С. А. Недубровский палинологический комплекс из пограничных отложений перми и триаса московской синеклизы [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С. А. Афонин. – М., 2003. – 24 с.
13. Ахматов, М. К. Состояние, перспективы и научно-обоснованный отбор древесных растений в озеленении г. Бишкек [Текст] / М. К. Ахматов, Д. А. Ветошкин // Современные науч. исслед. и разработки. – 2018. – № 2 (19). – С. 37–42.
14. Ахмеров, Р. А. О расах возбудителя желтой ржавчины пшеницы на юге Казахстана и в Киргизии [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Р. А. Ахмеров. – М., 1972. – 21 с.
15. Аэропалиномониторинг спор грибов рода *Cladosporium* и *Alternaria* в г. Краснодаре в динамике 4-х лет (2018-2021 гг.) [Текст] / Я. В. Клименко, И. И. Павлюченко, А. Н. Мороз [и др.] // Учен. зап. КрYM. Федер. ун-та им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Т. 8, № 1(74). – С. 117–124.
16. Бажина, Е. В. Жизнеспособность пыльцы некоторых видов *Pinaceae* (Pinaceae) в условиях Красноярска [Текст] / Е. В. Бажина, М. И. Седаева // Ботан. журн. – 2017. – Т. 102, № 6. – С. 768–779.
17. Баришполец, В. А. Анализ глобальных экологических проблем [Текст] / В. А. Баришполец // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информ. технологии. – 2011. – № 3 (1). – С. 79–96.

18. Бексултанова, А. М. Фенологическое развитие микромицетов бассейна реки Джумгал [Текст] / А. М. Бексултанова, С. Н. Мосолова, К. Д. Бавланкулова // Вестн. Кырг.-Рос. Славян. ун-т. – 2019. – Т. 19, № 9. – С. 66.

19. Бикиров, Ш. Б. Ассортимент древесно-кустарниковых пород рекомендуемых для озеленения курортной зоны озера Иссык-Куль [Текст] / Ш. Б. Бикиров, А. Ш. Бикирова // Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане: сб. ст. – Бишкек, 2003. – С. 12–28.

20. Бикиров, Ш. Б. Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол [Текст]: метод. рекомендации / Ш. Б. Бикиров, К. Б. Осмонбаева, А. Ш. Бикирова. – Каракол: БГУ им. К. Тыныстанова, 2020. – 52 с.

21. Билай, В. И. Основы общей микологии [Текст] / В. И. Билай. – Киев: Вища шк., 1974. – 395 с.

22. Бильдер, И. В. Патогенные микромицеты деревьев и кустарников лесов Кыргызстана [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.24 / И. В. Бильдер. – СПб., 2004. – 22 с.

23. Боговая, И. О. Озеленение населенных мест [Текст]: учеб. пособие для вузов / И. О. Боговая, В. С. Теодоронский. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.

24. Бондаренко, Л. В. Глобальное изменение климата и его последствия [Текст] / Л. В. Бондаренко, О. В. Маслова, А. В. Белкина [и др.] // Вестн. Рос. экон. ун-та им. Г. В. Плеханова. – 2018. – № 2. – С. 84–93.

25. Борисенко, А. Н. Расы бурой ржавчины пшеницы в Киргизии, Казахстане, Западной Сибири и Южном Урале [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / А. Н. Борисенко. – М., 1970. – 25 с.

26. Бусурманкулова, А. О. Состояние озеленения города Бишкек [Текст] / А. О. Бусурманкулова // Изв. ВУЗов Кыргызстана. – 2018. – № 8. – С. 67.

27. Видовой состав деревьев и кустарников для озеленения городов и сел Киргизии [Текст] / [В. И. Ткаченко, К. А. Ажибеков, Л. М. Андрейченко и др.]. – Фрунзе: Илим, 1986. – 85 с.

28. Владимирова, О. С. Пыльца ели сибирской, произрастающей в различных экологических условиях [Текст] / О. С. Владимирова, Е. Н. Муратова, М. И. Седаева // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. 25, № 1/2. – С. 98–102.
29. Влияние изменений климата на горную экосистему Тянь-Шаня (на примере Иссык-Кульского и Чуйского бассейнов) [Текст] / [Д. М. Маматканов, Л. В. Бажанова, В. А. Кузьмиченок и др.]. – Бишкек: Нур-Ас, 2014. – 264 с.
30. ВОЗ. Изменение климата и здоровье. Информационный бюллетень, N. 266, 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/ru/>. – Загл. с экрана.
31. ВОЗ. Городские зеленые зоны: краткое руководство к действию. – 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/344117/9789289052504rus.pdf?sequence=1>. – Загл. с экрана.
32. ВОЗ. Концепция «Единое здоровье». 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/one-health>. – Загл. с экрана.
33. Всероссийская сельскохозяйственная и поземельная перепись (Форма для сплошной переписи киргизских хозяйств) (1918-1925гг.) [Текст]. Иссык-Кул. обл. гос. арх., ф. 1, оп. 1, ед. хр. 343.
34. Ган, П. А. Экологические основы интродукции и лесоразведения в поясе еловых лесов Тянь-Шаня [Текст] / П. А. Ган. – Фрунзе: Илим, 1970. – 261 с.
35. Ган, П. А. Опыт выращивания гибридных тополей и перспективы их культуры в Киргизии [Текст] / П. А. Ган, Н. А. Орлова, Н. В. Орлова. – Фрунзе: Илим, 1975. – 33 с.
36. Ганнибал, Ф. Б. Грибы рода *Alternaria* Nees на злаках: видовой состав и внутривидовое разнообразие: видовой состав и внутривидовое разнообразие [Текст]: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.24 / Ф. Б. Ганнибал. – СПб., 2006. – 158 с.

37. Гарифуллина, Г. Ф. Видовой состав и структура популяций грибов рода *Fusarium* на посевах озимой ржи в Башкирии [Текст]: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.24 / Г. Ф. Гарифуллина. – М., 1994. – 105 с.
38. Гейтс, Б. Как нам избежать климатической катастрофы? [Текст] / Б. Гейтс. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2021. – 336 с.
39. Генеральный план города Ош (Основные положения генерального плана на период до 2025 года / Государственный проект. ин-т градостроительства и архитектуры. Бишкек, 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/99121>. – Загл. с экрана.
40. Герасимов, И. П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира [Текст] / И. П. Герасимов; отв. ред. А. Л. Яншин. – М.: Наука, 1985. – 247 с.
41. Гирилович, И. С. Фитопатогенные микромицеты Минского парка культуры и отдыха им. Челюскинцев [Текст] / И. С. Гирилович, Н. А. Лемеза // Сборник статей 2-й Междунар. науч.-практ. конф.: «Актуальные проблемы изучения и сохранения фито-и микобиоты». – Минск, 2013. – С.88–93.
42. Глазунова, К. П. Пыльца как индикатор негативных факторов окружающей среды: эмбриологический аспект [Текст] / К. П. Глазунова // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции. Материалы I Междунар. семинара. – СПб., 2001. – С. 61–64.
43. Глазырин, Г. Е. Изменения климата в высокогорье Средней Азии в конце XX века [Электронный ресурс] / Г. Е. Глазырин, У. У. Таджибаева // Лед и снег. – 2011. – Режим доступа: <https://naukarus.com/izmeneniya-klimata-v-vysokogorie-sredney-azii-v-kontse-xx-veka>. – Загл. с экрана.
44. Головкин, В. В. Исследование пыльцевой компоненты атмосферного аэрозоля юга Западной Сибири [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / В. В. Головкин. – Новосибирск, 2001. – 16 с.
45. Головкин, В. В. Экологические аспекты аэропалинологии [Текст] = *Environmental aspects of aeropalinology*: аналит. обзор / В. В. Головкин; СО РАН.

Ин-т хим. кинетики и горения. – Новосибирск: ГПНТБ, 2004. – 107 с. – (Сер. Экология. Вып. 73).

46. Грицевич, И. Г. Изменение климата. Учебно-методические материалы для школьников и студентов субарктических регионов России [Текст] / И. Г. Грицевич, А. О. Кокорин, И. И. Подгорный. – WWF России, 2007. – 56 с.

47. Гуман, М. А. Антропогенные изменения растительности юга Псковской области в голоцене (по палинологическим данным) [Текст] / М. А. Гуман // Ботан. журн. – 1978. – Т. 63, № 10. – С. 14–19.

48. Гурина, Н. С. Ботанические аспекты изучения поллинозов [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / Н. С. Гурина. – М., 1994. – 36 с.

49. Дагужиева, З. Ш. Лекции по фитопатологии [Текст]: учеб. пособие для аспирантов с.-х. направления / З. Ш. Дагужиева. – Майкоп: Изд-во МГТУ, 2015. – 76 с.

50. Деревья кустарники и лианы для озеленения населенных пунктов Киргизии [Текст] / [В. И. Ткаченко, А. И. Кунченко, Н. В. Лысова и др.]. – Фрунзе: Илим, 1965. – 108 с.

51. Дзюба, О. Ф. Палиноиндикация состояния окружающей среды и индикация глобальных экологических процессов в историческом прошлом Земли [Текст] / О. Ф. Дзюба // Палинология в России. – М., 1995. – С. 104–113.

52. Дикарева, Т. В. Картографический анализ распространения растений-аллергенов в России [Текст] / Т. В. Дикарева, В. Ю. Румянцев // Moscow University Geography Bulletin. – 2015. – № 6. – С. 38.

53. Дикарева, Т. В. Распространение аллергенных растений на территории России и Казахстана: проблемы изучения и некоторые результаты [Текст] / Т. В. Дикарева, В. Ю. Румянцев, В. В. Щербакова // Экосистемы: экология и динамика. – 2019. – Т. 3, № 4. – С. 99–132.

54. Дистанционные и наземные исследования земли в Центральной Азии [Текст] / [Б. Д. Молдобеков, Ш. Э. Усупаев, А. В. Зубович и др.]. – Бишкек: City Print, 2016. – 216 с.

55. Домашова, А. А. Микофлора хребта Терскей Ала-Тоо Киргизской ССР [Текст] / А. А. Домашова. – Фрунзе: Изд-во АН КиргССР, 1960. – 16 с.
56. Доронина, Т. Л. Палиноэкологическое моделирование аллергологической обстановки г. Рязани на примере *Ambrosia* [Текст] / Т. Л. Доронина // Наука и образование современной Евразии: традиции и инновации. – СПб., 2012. – С. 60.
57. Дылдаев, М. М. Экологическое состояние зеленых массивов и насаждений в пределах урбанизированных территорий Кыргызской Республики [Текст] / М. М. Дылдаев // Наука и новые технологии. – 2012. – № 3. – С. 120–122.
58. Европейская экономическая комиссия. Национальные обзоры жилищного сектора. Кыргызстан. ООН: 2010. – С. 48–49. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://unece.org > Publications > cp.kyrgyzstan.r.pdf](https://unece.org/Publications/cp.kyrgyzstan.r.pdf). – Загл. с экрана.
59. Елькина, Н. А. Состав и динамика пыльцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска [Текст]: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Н. А. Елькина Петрозаводск, 2008. – 170 с.
60. Ермекова, Р. К. Аллергенные растения Казахстана [Текст] / Р. К. Ермекова, М. С. Байтенов. – Алма-Ата: Наука, 1988. – 158 с.
61. Жердев, П. Д. К истории зеленого наряда г. Фрунзе [Текст] / П. Д. Жердев // Интродукция и акклиматизация древесных растений в Киргизии. – Фрунзе, 1981. – С. 12–32.
62. Жизнь деревьев вытесняется в горы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://neboley.com.ua/ru/priroda\\_i\\_ekologia/2008/08/07/20769](http://neboley.com.ua/ru/priroda_i_ekologia/2008/08/07/20769). – Загл. с экрана.
63. Жуйкова, И. А. Аэропалинологические исследования пыльцевого дождя Северо-Востока Русской равнины [Текст] / И. А. Жуйкова, С. А. Пупышева, З. Г. Жуйкова // Теорет. и приклад. экология. – 2015. – № 2. – С. 25–33.



64. Заболотников, Д. Леса России и изменение климата [Текст] / Д. Заболотников // Устойчивое лесопользование. – 2011. – № 4 (29). – С.12–14.

65. Заключительный отчет о размерах посевных площадей сельскохозяйственных культур под урожай 2022 г. [Текст]. – Бишкек: Нац. стат. ком. Кырг. Респ., 2022. – 51 с.

66. Зеленые новоселы [Текст] / отв. ред. М. Г. Воробьев. – Фрунзе: Илим, 1975. – 33 с.

67. Ибадова, С. Я. Состояние запечатанных почв на территории городов Баку и Гянджа [Текст] / С. Я. Ибадова, А. Г. Мамедова // Нац. ассоц. ученых (НАУ). – 2021. – № 65. – С. 25–31.

68. Ибраев, М. Е. Состояние и представление основных инженерно-коммунальных коммуникаций городов Кыргызстана [Текст] / М. Е. Ибраев, Т. С. Кенешов // Регион. архитектур.-художеств. шк. – 2015. – № 1. – С. 24.

69. Иванов, А. В. Оценка устойчивости естественных еловых насаждений в Северном Кыргызстане [Текст] / А. В. Иванов, К. Б. Осмонбаева, Н. И. Каримов // German International Journal of Modern Science. – 2021. – № 10. – С. 52–54.

70. Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад / ВМО, ЮНЕП. Под ред. Р. Т. Уотсона. С. 81. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ipcc.ch > secretariat>. – Загл. с экрана.

71. Изменение климата и безопасность в Центральной Азии. Organization for Security and Cooperation in Europe, 2017. – 12 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.osce.org/files/f/documents/6/7/332001.pdf>. – Загл. с экрана.

72. Изменение климата и безопасность в Центральной Азии. Региональная оценка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://zoinet.org > 2018/02 > climsec\\_CA\\_report\\_RU](https://zoinet.org > 2018/02 > climsec_CA_report_RU). – Загл. с экрана.

73. Изменение климата и земля. Специальный доклад МГЭИК об изменении климата, опустынивании, деградации земель, устойчивом управлении земельными ресурсами, продовольственной безопасности и потоках парниковых

газов в наземных экосистемах. МГЭИК. – 2019. – С. 10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ipcc.ch>. – Загл. с экрана.

74. Изменение климата и здоровье [Текст]: пособие для мед. работников / под общ. ред. В. А. Коротенко, А. А. Шаршеновой. – Бишкек: [б.и], 2013. – 88 с.

75. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии [Текст] / [С. К. Аламанов, В. М. Лелевкин, О. А. Подрезов и др.]. – М.; Бишкек: ЮНЕП и WWF России, 2006. – 188 с.

76. Изменение климата и водные ресурсы Центральной Азии [Текст] / Н. С. Орловский, И. С. Зонн, А. Г. Костяной [и др.] // Вестн. дипломат. Акад. России. Россия и мир. – 2019. – № 1 (19). – С. 56–78.

77. Изучение пыльцы у аборигенных и интродуцированных в условиях Карелии представителей рода *Betula L.* [Текст] / Т. С. Николаевская, Л. В. Ветчинникова, А. Ф. Титов [и др.] // Тр. Карел. науч. центра Рос. АН. – Петрозаводск, 2009. – № 4. – С. 90–95.

78. Ильясов, Ш. А. Изменение климата и здоровье населения [Текст] / Ш. А. Ильясов, О. Н. Шабаева // Вестн. Кырг.-Рос. Славян. ун-т. – 2003. – № 6. – С. 27–38.

79. Ингольд, Ц. В. Пути и способы распространения грибов [Текст] / Ц. В. Ингольд. – М.: Иностр. лит., 1957. – 183 с.

80. Интродукция и акклиматизация древесных, кустарниковых и плодовых деревьев в Кыргызстане [Текст] / отв. ред. В. И. Ткаченко. – Бишкек: Илим, 1991. – 71 с.

81. Иссык-Куль. Нарын [Текст]: энцикл. / гл. ред. М. Борбугулов. – Фрунзе: Гл. ред. Кирг. Сов. энцикл., 1991. – 510 с.

82. Иссык-Кульская область [Текст]: энцикл. / гл. ред. А. Карыпкулов. – Бишкек: Глав. ред. КЭ, 1995. – 656 с.

83. Калдыбаев, Б. К. Радиоэкологические исследования природно-техногенных экосистем [Текст] / Б. К. Калдыбаев, Г. Б. Кадырова, Б. Т. Жолболдиев // Вестн. Иссык-Кул. гос. ун-та (ИГУ). – 2023. – № 55. – С. 30–37.

84. Калымбетов, Б. К. Микофлора Заилийского Алатау (сев. Тянь-Шань) (частично на материале Киргизии) [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Б. Калымбетов. – Ташкент, 1963. – 29 с.
85. Каппер, О. Г. Хвойные породы [Текст] / О. Г. Каппер // Лесоводственная характеристика. – М., 1954. – С. 303.
86. Касиев, К. С. Типы, формации и группы ассоциаций растительного покрова Биосферной территории «Иссык-Куль» и их антропогенные изменения [Текст] / К. С. Касиев. – Бишкек: Нац. АН Кырг. Респ., биол.-почв. ин-т, 2004. – 310 с.
87. Касиев, К. С. Растительный покров биосферной территории Иссык-Куль и его изменение под влиянием антропогенных факторов [Текст] / К. С. Касиев. – Бишкек: Олимп, 2005. – 237 с.
88. Касиев, К. С. Смена растительных поясов Кыргызстана как следствие глобального потепления климата [Текст] / К. С. Касиев // Вестн. ОмГАУ. – 2016. – № 3 (23). – С. 29–35.
89. Кашкаров, Е. П. Глобальное потепление и центры биоразнообразия лесостепной зоны (Алтай-Хэнтэй) [Текст] / Е. П. Кашкаров // Ритм. – 2009. – № 4. – С. 51–59.
90. КБОООН. Земельные ресурсы: всемирный обзор. – 320 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.uncclearn.org/wpcontent/uploads/library/glo\\_full\\_report\\_low\\_res\\_russian.pdf](https://www.uncclearn.org/wpcontent/uploads/library/glo_full_report_low_res_russian.pdf). – Загл. с экрана.
91. Кириленко, А. В. Стратегические приоритеты обучения вопросам изменения климата в Кыргызской Республике [Текст] / А. В. Кириленко, В. А. Коротенко, Л. Ю. Марченко. – Бишкек: [б.и.], 2021. – 74 с.
92. Климат и окружающая среда [Текст] / [К. Д. Боконбаев, Е. М. Родина, Ш. А. Ильясов и др.]. – Бишкек: ИД Аль Салам, 2003. – 208 с.
93. Кузнецова, В. П. Изменение климата и его влияние на здоровье населения, реализация профилактических программ в Европе [Текст] / В. П.

Кузнецова, И. А. Погоньшева // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза. – Нижневартовск, 2017. – С. 5–12.

94. Курманов, Р. Г. Палинология [Текст]: учеб. пособие / Р. Г. Курманов, А. Р. Ишбирдин. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2012. – 92 с.

95. Куприянова, Л. А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР [Текст]: руководство в 3 т. / Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина. – Л.: Наука, 1972. – Т. 1. – 174 с.

96. Куприянов, С. Н. Справочник по аллергенным растениям и пыльце [Текст] / С. Н. Куприянов, И. В. Галактионова. – Ашхабад: Ылым, 1980. – 136 с.

97. Куприянов, С. Н. Методические рекомендации по снижению загрязнения воздуха пылью растений, вызывающей аллергию [Текст]: к профилактике поллиноза в условиях арид. климата / С. Н. Куприянов. – Ашхабад: Ылым, 1982. – 22 с.

98. Куприянов, С. Н. Аллергенная флора и пыльца земного шара [Текст] / С. Н. Куприянов, И. В. Галактионова, Е. С. Куприянова. – Ашхабад: Ылым, 1992. – 432 с.

99. Кобзарь, В. Н. Изменчивость оболочки у пыльцы семейства Poaceae [Текст] / В. Н. Кобзарь, Э. П. Харитоновна // Палинология в биостратиграфии, палеоэкологии и палеогеографии: тез. VIII палинол. конф. – М., 1996. – С. 65.

100. Кобзарь, В. Н. Изменчивость пыльцы и спектр аэроаллергенов в условиях экологического дисбаланса Кыргызской Республики [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 14.00.36 / В. Н. Кобзарь. – Алма-Ата, 1996. – 41 с.

101. Кобзарь, В. Н. Поллинозы [Текст]: программа самопомощи для больных (студентов) / В. Н. Кобзарь. – Бишкек: КРСУ, 2005. – 43 с.

102. Кобзарь, В. Н. Микроскопический эксперт [Текст] / В. Н. Кобзарь. – Бишкек: КРСУ, 2010. – 152 с.

103. Кобзарь, В. Н. Экологическая изменчивость пыльцы как глобальная проблема [Текст] / В. Н. Кобзарь. – Бишкек: КРСУ, 2013. – 172 с.

104. Кобзарь, В. Н. Споры грибов и изменение климата [Текст] / В. Н. Кобзарь // Медицина Кыргызстана. – 2017. – № 4. – С. 30–33.

105. Кобзарь, В. Н. Концепция: аэроаллергены как индикаторы изменения климата и загрязнения окружающей среды [Текст] / В. Н. Кобзарь, К. Б. Осмонбаева // Медицина Кыргызстана. – 2017. – № 4. – С. 30–33.

106. Кобзарь, В. Н. Влияние изменения землепользования на спектр спор грибов [Текст] / В. Н. Кобзарь, К. Б. Осмонбаева // Бюл. науки и практики. – 2018. – Т. 4, № 11(36). – С. 51–60.

107. Кобзарь, В. Н. Стратегия загрязнения пыльцы *Artemisia* и *Chenopodiaceae* [Текст] / В. Н. Кобзарь // Бюл. науки и практики. – 2021. – № 2. – С. 10–28.

108. Кобзарь, В. Н. Аэроаллергены как индикаторы антропогенной триады [Текст] / В. Н. Кобзарь, К. Б. Осмонбаева // Бюл. науки и практики. – 2023. – Т. 9, № 9. – С. 43–57.

109. Кобзарь, В. Н. Аллергия на пыльцу конопли в изменяющемся мире [Текст] / В. Н. Кобзарь // Бюл. науки и практики. – 2023. – Т. 9, № 9. – С. 58–68.

110. Кожевникова, Н. Д. О характеристике возрастного состава популяции ели Шренка у верхнего и нижнего предела еловых лесов в хр. Терской Ала-Тоо [Текст] / Н. Д. Кожевникова // Биотические компоненты наземных экосистем Тянь-Шаня. – Фрунзе, 1974. – С. 21–29.

111. Кокорин, А. О. Изменение климата [Текст]: обзор состояния науч. знаний об антропогенном изменении климата / А. О. Кокорин. – РРЭЦ, GOF, WWF России, 2005. – 20 с.

112. Комарова, Н. Г. Изменение городской среды в урбанизированном мире: взгляд современника [Текст] / Н. Г. Комарова // Изменение природной среды на рубеже тысячелетий: тр. Междунар. электрон. конф. – Тбилиси; М., 2006. – С. 129–132.

113. Контрольные цифры Кирколхозсоюза о землепользовании, об урожайности по Каракольскому кантону (1929 – 1930 гг.) [Текст]. Иссук-Кул. обл. гос. арх., ф. 27, оп. 1, ед. хр. 7.

114. Ларионов, М. В. Зеленые насаждения как фактор экологической стабилизации антропогенной среды и сохранения здоровья населения [Текст] /

М. В. Ларионов, Н. В. Ларионов // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2014. – С. 85–88.

115. Левитин, М. М. Защита растений от болезней при глобальном потеплении [Текст] / М. М. Левитин // Защита и карантин растений. – 2012. – № 8. – С. 16–17.

116. Левитин, М. М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата [Текст] / М. М. Левитин // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 641–647.

117. Макенбаева, Ш. К. Основные закономерности распространения пыльцы в атмосфере г. Джекказгана и заболеваемость поллинозом [Текст] / Ш. К. Макенбаева, Г. Я. Логвиненко // Аллергология и клиническая иммунология. – Алма-Ата, 1989. – С. 43–47.

118. Макенбаева, Ш. К. Эколого-морфологические признаки и аллергенные свойства пыльцы растений пустыни и полупустыни Центрально-Казахстанского региона [Текст]: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05; 14.00.36 / Ш. К. Макенбаева. – Алма-Ата, 1992. – 155 с.

119. Малютина, Р. М. К биологии возбудителей листовых ржавчин пшеницы в Чуйской долине Киргизской ССР [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Р. М. Малютина. – Алма-Ата, 1964. – 25 с.

120. Материалы областного центра по земельной и аграрной реформе (1994-2004гг.) [Текст]. Иссык-Кул. обл. гос. арх., ф. 272, оп. 1, ед. хр. 1454.

121. Мейер-Меликян, Н. Р. Структура оболочки u1087 пыльцевых зерен *Dactylis glomerata* L. - надежный объект мониторинга на степень загрязнения окружающей среды [Текст] / Н. Р. Мейер-Меликян, Т. А. Кифишина // Палинология и проблемы детальной стратиграфии: тез. VII палинол. конф. – Саратов, 1993. – С. 57.

122. Методика аэробиологических исследований пыльцы растений и спор грибов для составления календарей пыления [Текст] / [С. М. Соколов, Т. Е. Науменко, Т. Д. Гриценко и др.]; М-во здравоохранения Респ. Беларусь. – Минск: Респ. науч.-практ. центр гигиены, 2005. – 27 с.

123. Методические рекомендации по снижению загрязнения воздуха пылью растений, вызывающей аллергию (К профилактике поллиноза в условиях аридного климата) [Текст]. – Ашхабад: Ылым, 1982. – 22 с.

124. Методические рекомендации по созданию зональных наборов пылевых аллергенов [Текст]. – Ашхабад: Ылым, 1984. – 30 с.

125. Микологические факторы риска развития респираторных аллергозов тяжелого течения у населения, проживающего на юге России [Текст] / О. П. Уханова, Е. В. Богомоллова, П. В. Будников [и др.] // Мед. обозрение. – 2023. – № 7(2). – С. 65–74.

126. Минаева, Н. В. Поллиноз и вспомогательные информационные ресурсы [Текст] / Н. В. Минаева, Д. М. Ширяева // Мед. обозрение. – 2021. – Т. 5, № 1. – С. 38–42.

127. Мир растений [Текст]: в 7 т. / под ред. М. В. Горленко. – М.: Просвещение, 1991. – Т. 2: Грибы. – 475 с.

128. Мироненко, С. Зеленый вопрос [Текст] / С. Мироненко // Наука и жизнь. – 2016. – № 11. – С. 27.

129. Монозон, М. Х. Определитель пыльцы видов семейства маревых [Текст]: пособие по спорово-пыльцевому анализу / М. Х. Монозон. – М.: Наука, 1973. – 96 с.

130. Морозова, Г. Ю. Зеленая инфраструктура как фактор обеспечения устойчивого развития Хабаровска [Текст] / Г. Ю. Морозова, И. Д. Дебелая // Экономика региона. – 2018. – Т. 14, вып. 2. – С. 562–574.

131. Мосолова, С. Н. Микромицеты бассейна реки Сары-Джаз [Текст] / С. Н. Мосолова // Флористические исследования в Киргизии. – Фрунзе, 1985. – С. 83–91.

132. Мосолова, С. Н. Итоги и перспективы изучения грибов Кыргызстана [Текст] / С. Н. Мосолова, С. Л. Приходько // Fen Bilimleri Dergisi. Özel Sayı. – 2009. – № 10. – С. 81–86.

133. Мосолова, С. Н. Микофлора биосферной территории «Иссык-Куль» [Текст] / С. Н. Мосолова, С. Л. Приходько // Сборник материалов Междунар.

конф. «Биосферные территории Центральной Азии как природное наследие (проблемы сохранения, восстановление биоразнообразия). – Бишкек, 2009. – С. 51–53.

134. Мурсалиев, А. М. Природные и техногенные экологические процессы, их влияние на биосферные экосистемы Ыссык-Куля [Текст] / А. М. Мурсалиев // Сборник материалов Междунар. конф. «Биосферные территории Центральной Азии как природное наследие (проблемы сохранения, восстановление биоразнообразия). – Бишкек, 2009. – С. 204–205.

135. Мухамеджанов, Ш. Ш. Реальность и предположения, риски негативного воздействия и возможности к смягчению последствий изменения климата в Центральной Азии [Текст] / Ш. Ш. Мухамеджанов // Изменение климата - трагедия или реальность? – Ташкент, 2015. – С. 27–38.

136. Население г. Каракол на 2023 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://population-hub.com/ru/kg/population-of-karakol-9892.html>. – Загл. с экрана.

137. Национальный статистический комитет КР. Социально-экономическое развитие Иссык-Кульской области (2016 - 2020 гг.). – Каракол, 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.stat.kg](http://www.stat.kg). – Загл. с экрана.

138. Ненашева, Г. И. Пыльца аллергенных растений в воздушном бассейне над г. Барнаулом [Текст] / Г. И. Ненашева, К. Н. Репина // Экология России: на пути к инновациям. – Астрахань, 2009. – Вып. 1. – С. 114.

139. Ненашева, Г. И. Прикладные аспекты аэропалинологических исследований на примере Алтайского края [Текст] / Г. И. Ненашева, Н. В. Репин // Изв. Алтай. гос. ун-та. – 2011. – № 3(1). – С. 84–87.

140. Ненашева, Г. И. Аэропалинологический мониторинг аллергенных растений г. Барнаула [Текст] / Г. И. Ненашева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 94 с.

141. Нил, Дж. Глобальное потепление. Как остановить катастрофу? [Текст] / Дж. Нил. – М.: УРСС; Книж. дом ЛИБРОКОМ, 2019. – 288 с.



142. Обзор доклада Николаса Стерна «Экономика изменения климата» [Текст] / А. О. Кокорин, С. Н. Кураев, М. А. Юлкин. – М.: WWF России, 2009. – 60 с.
143. Обязательное постановление Пржевальского Межведомственного Сопещения [Текст]. Иссык-Куль. обл. гос. арх., ф. 1070, оп. 1, д.71 (1890 - 1973).
144. Озолин, Г. П. Тополи и ильмы для озеленения берегов Иссык-Куля [Текст] / Г. П. Озолин // Озеленение прибрежной зоны озера Иссык-Куль. – Фрунзе, 1989. – С. 62–64.
145. Окружающая среда в Кыргызской Республике (2017-2021) [Текст]: стат. сб. / [ред.-изд. совет Б. Кудайбергенов, А. Орозбаева, Б. Шокенов и др.]. – Бишкек: Нац. стат. ком. Кырг. Респ., 2022. – 91 с.
146. Орловский, Н. С. Опасные и особо опасные пыльные бури в Средней Азии [Текст] / Н. С. Орловский, Л. Орловская, Р. Индуиту // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19, № 4 (57). – С. 49–58.
147. Осмонбаева, К. Б. Экологические аспекты проблемы поллинозов [Текст]: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / К. Б. Осмонбаева. – Бишкек, 2006. – 166 с.
148. Осмонбаева, К. Б. Влияние изменения климата на поведенческие реакции растений, их пыльцы и других живых организмов [Текст] / К. Б. Осмонбаева // Вестн. Иссык-Куль. ун-та. – 2010. – № 27. – С. 253–257.
149. Осмонбаева, К. Б. Исследования пыльцы деревьев как необходимое направление лесной науки [Текст] / К. Б. Осмонбаева // Изв. Нац. АН Кырг. Респ. – 2016. – № 3. – С. 156–159.
150. Осмонбаева, К. Б. Аэриобиологические наблюдения в 2015 году в г. Каракол [Текст] / К. Б. Осмонбаева // Альманах современной науки и образования. – 2016. – № 7. – С. 78–82.
151. Осмонбаева, К. Б. Сравнительный анализ методов улавливания пыльцы растений и спор грибов [Текст] / К. Б. Осмонбаева, В. Н. Кобзарь // European scientific conference. МЦНС «Наука и просвещение». – Пенза, 2017. – С. 70–76.

152. Осмонбаева, К. Б. Влияние факторов окружающей среды на количественный и таксономический состав аэромикофлоры города Каракол [Текст] / К. Б. Осмонбаева // Вестн. Междунар. ун-та Кыргызстана. – 2021. – № 2 (43). – С. 319–324.

153. Осмонбаева, К. Б. Состояние озеленения города Каракол в условиях изменения климата [Текст] / К. Б. Осмонбаева // Вестн. Ош. гос. ун-т. – 2021. – Т. 2, № 2. – С. 137–144.

154. Осмонбаева, К. Б. Анализ качества пыльцы и семян ели Тянь-Шанской в ущелье Чон-Кызыл-Суу [Текст] / К. Б. Осмонбаева, А. В. Иванов // Вестн. Ош. гос. ун-т. – 2021. – Т. 2, № 2. – С. 112–121.

155. Осмонбаева, К. Б. Процессы лесообразования в долине реки Чон-Кызыл-Суу (на базе ГМС, 2550м) [Текст] / К. Б. Осмонбаева, А. В. Иванов, Н. И. Каримов // Исследование живой природы Кыргызстана. – 2021. – № 1/2. – С. 98–101.

156. Осмонбаева, К. Б. Новая образовательная среда с учетом принципов устойчивого развития и изменения климата [Текст] / К. Б. Осмонбаева, М. К. Каликазиева // Изв. Нац. АН Кырг. Респ. – 2022. – № 5. – С. 55–59.

157. Осмонбаева, К. Б. Спорово-пыльцевой спектр г. Каракол за 2016г. [Текст] / К. Б. Осмонбаева, В. Н. Кобзарь // Бюл. науки и практики. – 2022. – Т. 8, № 4. – С. 42–50.

158. Осмонбаева, К. Б. Зависимость аэробιοлогического спектра от интенсификации землепользования [Текст] / К. Б. Осмонбаева, В. Н. Кобзарь // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстан. – 2022. – № 7. – С. 65–69.

159. Осмонбаева, К. Б. Содержание пыльцы растений и спор грибов в воздухе г. Каракол в 2017 г. [Текст] / К. Б. Осмонбаева // The scientific heritage. Budapest. – 2022. – № 91 (91). – С. 10–16.

160. Осмонбаева, К. Б. Эффекты изменения климата на аэроаллергены [Текст] / К. Б. Осмонбаева, Г. С. Джамбекова // Журн. теорет. и клин. медицины Ин-та иммунологии АН РУз. – 2022. – № 6. – С. 20–24.

161. Осмонбаева, К. Б. Климатические изменения как угроза для большого спорта и спортивных мероприятий [Текст] / К. Б. Осмонбаева, А. А. Токтомбаева // Вестн. Иссык-Кул. ун-та (ИГУ). – 2023. – № 54 (1). – С. 27–32.
162. Осмонбаева, К. Б. Разработка и внедрение методов естественного возобновления ели тянь-шанской в бассейне р. Чон-Кызыл-Суу [Текст] / А. В. Иванов, Г. С. Сыдыкова [и др.] // Вестн. Иссык-Кул. ун-та (ИГУ). – 2023. – № 55. – С. 58–68.
163. Осмонбаева, К. Б. Злаковые травы для биорекультивации района хвостохранилища Каджи-Сай [Текст] / К. Б. Осмонбаева, Б. К. Калдыбаев, А. К. Усупбаев // Изв. Ош. техн. ун-т. – 2023. – Ч. 2, № 2. – С. 106–114.
164. Осмонбаева, К. Б. Температура воздуха как значимый метеорологический фактор для циркуляции спор грибов [Текст] / К. Б. Осмонбаева // Вестн. Кырг.-Рос. Славян. ун-т. – 2023. – Т. 23, № 12. – С. 171–178.
165. Особенности концентраций аэроаллергенов в городах и влияние на них температуры воздуха [Текст] / К. Б. Осмонбаева, Э. В. Чурюкина, Г. С. Джамбекова [и др.] // Мед. обозрение. – М., 2024. – Т. 8, № 3. – С. 124–131.
166. Омурканова, А. К. Современные проблемы территориального развития городов Кыргызстана [Текст] / А. К. Омурканова, Т. С. Кенешов // Регион. архитектур/-художеств. шк. – 2015. – № 1. – С. 29.
167. Омушева, С. Э. Аллергические риниты у детей (течение, диагностика, оптимизация схем лечения) [Текст]: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.08 / С. Э. Омушева. – Бишкек, 2020. – 26 с.
168. Пасторализм и фермерство в горах Центральной Азии: исследовательский обзор [Текст] / [К. Кервен, Б. Штайман, Л. Эшли и др.]. – Бишкек: Ун-т Центр. Азии, 2011. – 59 с.
169. Передкова, Е. В. Пыльцевая аллергия [Текст] / Е. В. Передкова // Consilium medicum. – Т. 11, № 3. – С. 63–66.
170. Пересыпкин, В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология [Текст] / В. Ф. Пересыпкин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.

171. Пидопличко, Н. М. Грибы - паразиты культурных растений [Текст]: определитель: в 3-х т. / Н. М. Пидопличко. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т. 1: Грибы совершенные. – 296 с.

172. Порівняльна характеристика пилкового опадку алергенних рослин у Великопольському регіоні (Польща) і Львові (Україна) [Текст] / Н. Калинович, А. Стах, М. Чернецький [и др.] // Біологічні студії. – 2007. – Т. 1, № 1. – С. 73–86.

173. Принципы и методы аэропалинологических исследований [Текст] / [Н. Р. Мейер-Меликян, Е. Э. Северова, Г. П. Гапочка и др.]. – М.: МГУ, 1999. – 48 с.

174. Принципы формирования озелененных территорий городов и Прииссыккуля [Текст] / Ш. Б. Бикиров, К. Б. Осмонбаева, А. Ш. Бикирова [и др.] // Изв. ОшГУ. – 2019. – № 3. – С. 60–64.

175. Погосян, А. В. Материалы к изучению растений и фитопатогенных грибов Цахкуняцкого хребта (Армения) [Текст] / А. В. Погосян // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. – Пермь, 2009. – С. 150–153.

176. Подрезов, О. А. Изменчивость климатических условий и оледенения Тянь-Шаня за последние 100 лет [Текст] / О. А. Подрезов, А. Н. Диких, К. Б. Бакиров // Вестн. Кырг.-Рос. Славян. ун-т. – 2001. – Т. 1, № 3. – С. 33–40.

177. Подрезов, О. А. Структура современного потепления климата Иссык-Кульской котловины [Текст] / О. А. Подрезов, А. О. Подрезов // Геогр. вестн. – 2013. – № 3 (26). – С. 78–87.

178. Подрезов, О. А. Современное потепление климата Северного и Северо-Западного Кыргызстана в поле средних температур [Текст] / О. А. Подрезов // Вестн. Кырг.-Рос. Славян. ун-т. – 2017. – Т. 17, № 12. – С. 175–182.

179. Поллиноз (этиология, диагностика, лечение). Аэропалинология и календарь цветения аллергенных растений г. Фрунзе [Текст]: метод. рекомендации / С. Т. Мукеева, В. Н. Кобзарь. – Фрунзе: Минздрав КиргССР, 1985. – 21 с.

180. Поллиноз [Текст]: регион. особенности аэробологии, клиники, диагностики, профилактики: метод. рекомендации / [Г. А. Комаров, И. А. Матузок, В. Н. Кобзарь и др.]. – Бишкек. КНИИПиМЭ, 1991. – 4 с.
181. Поморцев, О. А. Потепление климата в зоне сибирского антициклона [Текст] / О. А. Поморцев, Е. П. Кашкаров // Ритм. – 2008. – № 1. – С. 128–152.
182. Посевина, Ю. М. Палиноэкологическая оценка качества атмосферного воздуха [Текст] / Ю. М. Посевина, Е. С. Иванов, Е. Э. Северова // Вестн. Рос. ун-та Дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 5. – С. 15–21.
183. Посевина, Ю. М. Палиноэкологический мониторинг атмосферного воздуха г. Рязани [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Ю. М. Посевина. – М., 2011. – 24 с.
184. Постановление о содержании улиц г. Пржевальска [Текст]. Исык-Кул. обл. гос. арх., ф. 1070, оп. 1, д.71 (1890-1973).
185. Пресс-релиз МГЭИК от 8 октября 2018 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа:[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr\\_181008\\_P48\\_spm\\_ru.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr_181008_P48_spm_ru.pdf). – Загл. с экрана.
186. Пресс-релиз МГЭИК от 20 марта 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/press/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_PressRelease\\_ru.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/press/IPCC_AR6_SYR_PressRelease_ru.pdf). – Загл. с экрана.
187. Приложение к постановлению Бишкекского городского Кенеша депутатов №77, 2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://cbd.minjust.gov.kg/24078/edition/577352/ru>. – Загл. с экрана.
188. Природные экосистемы суши [Текст] / Г. Э. Инсаров, О. К. Борисова, М. Д. Кудеяров [и др.] // Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. – М., 2012. – С. 190–265.

189. Проблемы Иссык-Куля [Текст]: природ. среда, охрана и ее рацион. использование: материалы науч. конф., состоявшейся в г. Пржевальске 15-16 сент. 1977 г. / ред. М. М. Адышев. – Фрунзе: Илим, 1979. – 139 с.

190. Пространственное, временное и сезонное распределение аэроаллергенов растительного происхождения в атмосферном воздухе населенных мест [Текст] / С. В. Федорович, Т. Д. Гриценко, С. М. Соколов [и др.] // Военная медицина. – 2019. – № 1. – С. 90–93.

191. Прохорова, С. В. Аэропалинологический режим некоторых районов Казахстана [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С. В. Прохорова. – Алма-Ата, 1988. – 29 с.

192. Пухлик, Б. М. Поллиноз [Текст] / Б. М. Пухлик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://immunolog.com.ua/wpcontent/uploads/2017/04/pollinoz\\_vsya\\_kniga\\_tipograf-030417\\_2.pdf](http://immunolog.com.ua/wpcontent/uploads/2017/04/pollinoz_vsya_kniga_tipograf-030417_2.pdf). – Загл. с экрана.

193. Региональные консультации по вопросам изменения климата и безопасности в Центральной Азии [Текст] / Б. Мозелло, А. Фунг, А. Виехофф, Л. Рюттингер. – Берлин: Адельфи; Вена: ОБСЕ, 2023. – 75 с.

194. Результаты аэропалинологического мониторинга в г. Одесса [Текст] / С. М. Пухлик, И. В. Дедилова, В. В. Родинкова [и др.] // Ринология. – 2011. – № 4. – С. 40–45.

195. Рахимова, Е. В. Паразитные грибы Казахстанского Алтая [Текст] / Е. В. Рахимова и др. // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. – Пермь, 2009. – С. 157–160.

196. Рахимова, Н. О некоторых аллергенных растениях города Ташкент (Узбекистан) [Текст] / Н. Рахимова // Сборник Междунар. конф. «Академику Л. С. Бергу - 145 лет». – Бендеры, 2021. – С. 206–209.

197. Ревич, Б. А. Климатические условия, качество атмосферного воздуха и смертность в Москве в 2000-2006 годах [Текст] / Б. А. Ревич, Д. А. Шапошников // Климат, качество воздуха и здоровье населения Москвы. – М., 2006. – С. 102–140.

198. Региональное развитие: новые города Кыргызстана, и что мешает их создать? // Муниципалитет. – 2022. – № 12 (134) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.municipalitet.kg/ru/article/list/rubric/148>. – Загл. с экрана.

199. Редько, Г. И. Лесные культуры [Текст] / Г. И. Редько, А. Р. Родин, И. В. Трещевский. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 368 с.

200. Римша, А. Н. Градостроительство в условиях жаркого климата [Текст] / А. Н. Римша. – М.: Стройиздат, 1979. – 312 с.

201. Ролдугин, И. И. Еловые леса Северного Тянь-Шаня (флора, классификация и динамика) [Текст] / И. И. Ролдугин. – Алма-Ата: Наука, 1989. – 302 с.

202. Романовский, В. В. Ритмичность климата и изменений уровня озера Иссык-Куль [Текст] / В. В. Романовский // Изучение гидродинамики озера Иссык-Куль с использованием изотопных методов. – Бишкек, 2005. – Ч.1. – С. 81–90.

203. Россия и сопредельные страны: природоохранные, экономические и социальные последствия изменения климата [Текст] / [А. С. Гинзбург, А. О. Кокорин, О. А. Анисимов и др.]. – М.: WWF России, Oxfam, 2008. – 64 с.

204. Рыжкин, Д. Н. Мониторинг концентрации спор грибов *Cladosporium* и *Alternaria* в атмосферном воздухе г. Москвы [Текст] / Д. Н. Рыжкин, С. Н. Еланский, Т. М. Желтикова // Новые лекарства и новости фармакотерапии. – 2002. – № 2. – С. 51–52.

205. Савицкий, В. Д. Экология и распространение пыльцы аллергенных растений в Украине [Текст] / В. Д. Савицкий, Е. В. Савицкая // Астма та алергія. – 2002. – № 2. – С. 17–20.

206. Савоста, В. С. Биоэкологические особенности развития желтой ржавчины пшеницы в Киргизской ССР и возможности прогноза ее развития [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / В. С. Савоста. – М., 1964. – 23 с.

207. Сагдиев, М. Т. Пыльца некоторых аллергенных растений Ташкентского оазиса (закономерности распространения в воздухе, морфология,

химический состав, антигенные и анафилактогенные свойства) [Текст]: дис. ... канд. биол. наук / М. Т. Сагдиев. – М., 1980. – 141 с.

208. Сангидорж, Б. Аллергенные растения Монголии (флористический состав, география, экология и медико-биологическое значение) [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05; 03.00.16 / Б. Сангидорж. – Улан-Удэ, 2005. – 56 с.

209. Сапожникова, Л. Я. Как горожане могут защитить зеленые насаждения. Руководство по общественному участию [Текст] / Л. Я. Сапожникова. – Бишкек: [б.и], 2006. – 102 с.

210. Сатылканов, Р. А. Климатические изменения в Иссык-Кульской котловине и их влияние на водные и ледовые ресурсы (на примере бассейнов рек Чон-Кызыл-Суу и Жууку) [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.27 / Р. А. Сатылканов. – Бишкек, 2019. – 171 с.

211. Сафарова, С. А. Роль палинологии в раскрытии тайн суши и океана [Текст] = Palynology in unveiling the mysteries of the land and ocean / С. А. Сафарова. – М.: ГЕОС, 2013. – 142 с.

212. Сборник нормативно-правовых актов КР в области охраны окружающей среды [Текст] / [Жд. Э. Беккулова, Ж. А. Кадоева, А. Ш. Джайлобаев и др.]. – Бишкек: Kirland, 2016. – Т. 1: Кодексы и законы. – 550 с.

213. Сводный доклад по материалам представленных в 2002 году докладов группы по научной оценке (ГНО), группы по оценке экологических последствий (ГОЭП) и группы по техническому обзору и экономической оценке (ГТОЭО) Монреальского протокола [Электронный ресурс] / А.-Ло Н. Ажавон, Д. Л. Олбриттон, С. О. Андерсен [и др.]. – 2003. – С. 15. – Режим доступа: <http://www.unep.org/ozone>. – Загл. с экрана.

214. Селиховкин, А. В. Анализ воздействия структуры зеленых насаждений на здоровье населения [Текст] / А. В. Селиховкин, Б. Г. Поповичев, И. А. Селиховкин // Зап. Горн. ин-та. – СПб., 2004. – Т. 158. – С. 213–215.



215. Сельское хозяйство Кыргызской Республики (2017-2021) [Текст]: год. публ. / [ред.-изд. совет Б. Кудайбергенов, А. Орозбаева, Б. Шокенов и др.]. – Бишкек: Нац. стат. ком. Кырг. Респ., 2022. – 99 с.
216. Семенова, И. В. Структура заболеваемости поллинозом в Витебской области [Текст] / И. В. Семенова, Л. Р. Выхристенко // Вестн. Витеб. Гос. мед. ун-та. – 2011. – Т. 10, № 2. – С. 113.
217. Сеницын, В. А. Введение в палеоклиматологию [Текст] / В. А. Сеницын. – Л.: Недра, 1980. – 232 с.
218. Сладков, А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ [Текст] / А. Н. Сладков. – М.: Наука, 1967. – 270 с.
219. Современное состояние ледников Внутреннего Тянь-Шаня и их влияние на водные ресурсы Кыргызской Республики [Текст] / Р. А. Сатылканов, В. И. Шатравин, К. Б. Осмонбаева [и др.] // Водные и гидроэнергетические ресурсы Кыргызстана в условиях изменения климата. – Бишкек, 2022. – С. 7–49.
220. Снятков, С. Н. Опыт интродукции деревьев и кустарников в Прииссыккулье [Текст] / С. Н. Снятков. – Фрунзе: Илим, 1979. – 139 с.
221. Сокольская, Е. В. Геоэкология города: модели качества среды [Текст] / Е. В. Сокольская, Б. И. Кочуров. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 185 с.
222. Специальный доклад МГЭИК об изменении климата, опустынивании, деградации земель, устойчивом управлении земельными ресурсами, продовольственной безопасности и потоках парниковых газов в наземных экосистемах. МГЭИК, 2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ipcc.ch>. – Загл. с экрана.
223. Статотчеты о выполнении плана капитальных вложений области за 1974г. (г. Пржевальск) [Текст]. Иссык-Кул. обл. гос. арх., ф. 473, оп. 1.
224. Стратегия благоустройства и озеленения г. Каракол на 2016-2020 гг.: Постановление Каракольского городского кенеша № 27-11/3 (от 1 дек. 2016 г.). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/50753>. – Загл. с экрана.

225. Сулова, Т. Г. Электронно-микроскопическое исследование пыльцы и спор растений [Текст] / Т. Г. Сулова. – М.: Наука, 1975. – 87 с.

226. Сурсо, М. В. Репродуктивная биология и полиморфизм хвойных видов (семейства Pinaceae Lindl., Cupressaceae Rich. Ex Bartl.) европейского севера России (Архангельская область) [Текст]: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.03.01; 06.01.02 / М. В. Сурсо. – Архангельск, 2013. – 43 с.

227. Такаши, Яmano. Кыргызская Республика. Повышение потенциала роста [Текст] / Такаши Яmano, Хэл Хилл, Эдимон Гинтинг, Джиндра Самсон. – Б. м.: Азиат. банк развития, 2020. – 283 с.

228. Тетиор, А. Н. Городская экология [Текст]: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 65300 «Строительство» / А. Н. Тетиор. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. – 330 с. – (Высш. проф. образование. Строительство).

229. Токомбаев, Ш. Т. Вблизи лазурного берега Иссык-Куля) [Текст]: попул. очерки о г. Каракол / Ш. Т. Токомбаев. – Каракол, 2010. – 368 с.

230. Токтомышев, С. Ж. Озоновые дыры и климат горного региона Центральной Азии [Текст] / С. Ж. Токтомышев, В. К. Семенов. – Istanbul: Surat Gorsel Sanatbar Merkezi, 2001. – 211 с.

231. Тужилова, Л. И. Палинологические методы биоиндикации: определение доли abortивных пыльцевых зерен и жизнеспособности пыльцы (по Шардакову) [Текст] / Л. И. Тужилова // Изв. Пензен. Гос. пед. ун-т (ПГПУ) им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 605–609.

232. Уметалиева, Н. К. Улучшение состояния предгорных экосистем Кыргызстана путем акклиматизации новых древесно-кустарниковых пород [Текст] / Н. К. Уметалиева, К. Б. Осмонбаева // Изв. Нац. АН Кырг. Респ. – 2022. – № 5. – С. 60–67.

233. Умралиева, Б. У. Газонные злаки, перспективные для Чуйской долины [Текст] / Б. У. Умралиева. – Фрунзе: Илим, 1976. – 109 с.

234. Фегри, К. Основы экологии опыления [Текст] / К. Фегри, Л. Ван Дер Пэйл; под ред. А. П. Меликяна. – М.: Мир, 1982. – 381 с.

235. Федорова, Р. В. О закономерностях рассеивания пыльцы и спор в воздухе (для целей палеогеографических реконструкций) [Текст] / Р. В. Федорова, В. А. Вронский // Бюл. комис. по изучению четвертич. периода. – 1980. – № 50. – С. 8.
236. Физическая география Кыргызстана [Текст] / [С. К. Аламанов, К. Сакиев, С. Ахмедов и др.]. – Бишкек: Турар, 2013. – 588 с.
237. Флон, Х. Деятельность человека как фактор, влияющий на изменения климата [Текст] / Х. Флон // Солнечная активность и изменения климата. – Л., 1966. – С. 106–119.
238. Фортуна, А. Б. Палинологические исследования в Киргизии, их состояние и развитие [Текст] / А. Б. Фортуна // Итоги и перспективы физико-географических исследований в Киргизии. – Фрунзе, 1988. – С. 56–57.
239. Царев, С. В. Аллергия к грибам: особенности клинических проявлений и диагностики [Текст] / С. В. Царев // Астма и аллергия. – 2015. – № 3. – С. 3–6.
240. Чалданбаева, А. К. Иммунологические особенности пыльцевой и клещевой сенсибилизации у жителей Бишкека [Текст] / А. К. Чалданбаева, В. В. Богданова // Бюл. науки и практики. – 2020. – Т. 6, № 6. – С. 84–91.
241. Чекрыга, Г. П. Экологические факторы формирования микробиоты и способ ее регулирования в продуктах медоносных пчел [Текст]: дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.08 / Г. П. Чекрыга. – Краснообск, 2014. – 405 с.
242. Чередниченко, А. В. Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапасаов облачности [Текст] / А. В. Чередниченко. – Бишкек: Илим, 2009. – 260 с.
243. Шамгунова, Б. А. Аэропалинологические аспекты поллинозов [Текст] / Б. А. Шамгунова, Л. В. Заклякова // Астрахан. мед. журн. – 2010. – № 1. – С. 27–35.
244. Шардаков, В. С. Реакция на пероксидазу как показатель жизнеспособности пыльцы растений [Текст] / В. С. Шардаков // Докл. АН СССР. – 1940. – Т. 26, вып. 3. – С. 77.

245. Шерстюков, Б. Г. Пространственные и сезонные особенности изменений климата в период интенсивного глобального потепления [Текст]: автореф. дис. ... д-ра. геогр. наук: 25 00 30 / Б. Г. Шерстюков. – Казань, 2008. – 38 с.
246. Шнелле, Ф. Фенология растений [Текст] / Ф. Шнелле. – Л.: Гидрометеорол. изд-во, 1961. – 259 с.
247. Юскевич, Н. Н. Озеленение городов России [Текст] / Н. Н. Юскевич, Л. Б. Лунц. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 158 с.
248. Aerobiological monitoring in a desert type ecosystem: Two sampling stations of two cities (2017-2020) in Qatar [Text] / M. A. Al-Nesf, D. Gharbi, H. M. Mobayed [et al.] // PLoS ONE. – 2022. – Vol. 17, N 7. – P. 1–17.
249. Airborne Cladosporium and Alternaria spore concentrations through 26 years in Copenhagen, Denmark [Text] / Y. Olsen, C. A. Skjoth, O. Hertel [et al.] // Aerobiologia. – 2020. – Vol. 36. – P. 141–157.
250. Airborne fungal spore load and season timing in the Central and Eastern Black Sea region of Turkey explained by climate conditions and land use [Text] / A. Green-Gofron, T. Ceter, N. M. Pinar [et al.] // Agricultural and Forest Meteorology. – 2020. – Vol. 295. – P. 108191.
251. Airborne viable, non-viable, and allergenic fungi in a rural agricultural area of India: a 2-year study at five outdoor sampling stations [Text] / A. Adhikari, M. Sen, S. Gupta-Bhattacharya [et al.] // Science of The Total Environment. – 2004. – Vol. 326 (1-3). – P. 123–141.
252. Air pollution and climate change effects on allergies in the anthropocene: abundance, interaction, and modification of allergens and adjuvants [Text] / K. Reinmuth-Selzle, C. J. Kampf, K. Lucas [et al.] // Environmental science & technology. – 2017. – Vol. 51, N 8. – P. 4119–4141.
253. Akbari, H. Shade trees reduce building energy use and CO<sub>2</sub> emissions from power plants [Text] / H. Akbari // Environmental Pollution. – 2002. – Vol. 116, Supplement 1. – P. 119–126.

254. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe [Text] / G. D'Amato, L. Cecchi, S. Bonini [et al.] // *Allergy*. – 2007. – Vol. 62, N 9. – P. 976–990.
255. Allergenic pollen season variations in the past two decades under changing climate in the United States [Text] / Y. Zhang, L. Bielory, Z. Mi [et al.] // *Global Change Biology*. – 2015. – Vol. 21. – P. 1581–1589.
256. Ambiente Italia 2000. Rapporto sullo stato del Paese. Milano, Italia: Edizioni Ambiente; 2001 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://issuu.com/edizioniambiente/docs/ambienteitalia2000\\_short](https://issuu.com/edizioniambiente/docs/ambienteitalia2000_short). – Загл. с экрана.
257. *Ambrosia artemisiifolia* L. temperature-responsive traits influencing the prevalence and severity of pollinosis: a study in controlled conditions [Text] / R. Gentili, R. Asero, S. Caronni [et al.] // *BMC Plant Biology*. – 2019. – Vol. 19. – P. 155.
258. An approach to the knowledge of pollen and allergen diversity through lipid transfer protein localisation in taxonomically distant pollen grains [Text] / M. Suarez-Cervera, A. Vega-Maray, T. Castells [et al.] // *Grana*. – 2008. – Vol. 47, N 4. – P. 272–284.
259. An, Y. Impact of airborne pollen concentration and meteorological factors on the number of outpatients with allergic rhinitis [Text] / Y. An, Y. Ouyang, L. Zhang // *World Allergy Organization Journal*. – 2023. – Vol. 16. – P. 100762.
260. Anthropogenic climate change is worsening North American pollen seasons [Text] / W. Anderegg, J. T. Abatzoglou, D. L. Anderegg [et al.] // *PNAS*. – 2021. – Vol. 118, N 7. – P. 1–17.
261. Ariano, R. Possible role of climate changes in variations in pollen seasons and allergic sensitizations during 27 years [Text] / R. Ariano, G. W. Canonica, G. Passalacqua // *Annals of Allergy Asthma & Immunology*. – 2010. – Vol. 104. – P. 215–222.
262. A systematic review of outdoor airborne fungal spore seasonality across Europe and the implications for health [Text] / S. Anees-Hill, P. Douglas, C. H. Pashley [et al.] // *The Science of the Total Environment*. – 2022. – Vol. 818. – P. 151716.

263. Atlas of airborne fungal spores in Europe. Ed. by Siwert Nilsson [Text] / A. Kaarik, J. Keller, E. Kiffer [et al.]. – Berlin -New York: Springer-Verlag, 1983. – 139 p.
264. Atmospheric exposure to the major Artemisia pollen allergen (Art v 1): Seasonality, impact of weather, and clinical implications [Text] / L. Grewling, P. Bogawski, L. Kostecki [et al.] // Science of The Total Environment. – 2020. – Vol. 713. – P. 136611.
265. Atmospheric modelling of grass pollen rupturing mechanisms for thunderstorm asthma prediction [Text] / K. M. Emmerson, J. D. Silver, M. Thatcher [et al.] // PloS one. – 2021. – Vol. 16, N 4. – P. e0249488.
266. Bartkova-Scevkova, J. The influence of temperature, relative humidity and rainfall on the occurrence of pollen allergens (Betula, Poaceae, Ambrosia artemisiifolia) in the atmosphere of Bratislava (Slovakia) [Text] / J. Bartkova-Scevkova // International Journal of Biometeorology. – 2003. – Vol. 48. – P. 1–5.
267. Beggs, P. J. Impacts of climate change on aeroallergens: Past and future [Text] / P. J. Beggs // Clinical & Experimental Allergy. – 2004. – Vol. 34. – P. 1507–1513.
268. Beggs, P. J. Is the Global Rise of Asthma an Early Impact of Anthropogenic Climate Change? [Text] / P. J. Beggs, H. J. Bambrick // Environmental Health Perspectives. – 2005. – Vol. 113. – P. 915–919.
269. Beggs, P. J. Impacts of climate change on allergens and allergic diseases [Text] / P. J. Beggs. – Cambridge: Cambridge University Press, 2016. – 193 p.
270. Beggs, P. J. Climate change, aeroallergens, and the aeroexposome [Text] / P. J. Beggs // Environmental Research Letters. – 2021. – Vol. 16, N 3. – P. 035006.
271. Biology of weed pollen allergens [Text] / G. Gadermaier, A. Dedic, G. Obermeyer [et al.] // Current Allergy and Asthma Reports. – 2004. – Vol. 4, N 5. – P. 391–400.
272. Bogawski, P. Flowering phenology and potential pollen emission of three Artemisia species in relation to airborne pollen data in Poznan (Western Poland) [Text]

/ P. Bogawski, L. Grewling, A. Fratzczak // *Aerobiologia*. – 2016. – Vol. 32. – P. 265–276.

273. Brown, J. Integrated science assessment for ozone and related photochemical oxidants [Text] / J. Brown, C. Bowman // US Environmental Protection Agency. 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.academia.edu/35743283/Integrated\\_Science\\_Assessment\\_for\\_Ozone\\_and\\_Related\\_Photochemical\\_Oxidants](https://www.academia.edu/35743283/Integrated_Science_Assessment_for_Ozone_and_Related_Photochemical_Oxidants). – Загл. с экрана.

274. Burge, H. A. Airborne allergenic fungi [Text] / H. A. Burge // *Immunology and Allergy Clinics of North America*. – 1989. – Vol. 9. – P. 307–319.

275. Calleja, M. Cypress: a new plague for the Rhone-Alpes region? [Text] / M. Calleja, I. Farrera // *Allerg Immunol (Paris)*. – 2003. – Vol. 35, N 3. – P. 92–96.

276. Cannabis allergy: what do we know anno 2015 [Text] / I. I. Decuyper, H. Ryckebosch, A. L. Van Gasse [et al.] // *Archivum immunologiae et therapiae experimentalis*. – 2015. – Vol. 63. – P. 327–332.

277. Cannabis sativa allergy: looking through the fog [Text] / I. I. Decuyper, A. L. Van Gasse, N. Cop [et al.] // *Allergy*. – 2017. – Vol. 72, N 2. – P. 201–206.

278. Caretta, G. Epidemiology of allergic disease: the fungi [Text] / G. Caretta // *Aerobiologia*. – 1992. – Vol. 8, N 3. – P. 439–445.

279. Changes to Airborne Pollen Counts across Europe [Text] / C. Ziello, T. H. Sparks, N. Estrella [et al.] // *PLoS ONE*. – 2012. – Vol. 7, N 4. – P. e34076.

280. Changes in the pollen seasons of the early flowering trees *Alnus* spp. And *Corylus* spp. In Worcester, United Kingdom, 1996-2005 [Text] / J. Emberlin, M. Smith, R. Close [et al.] // *International Journal of Biometeorology*. – 2007. – Vol. 51, N 3. – P. 181–191.

281. Characteristics and determinants of ambient fungal spores in Hualien, Taiwan [Text] / H.-M. Ho, C. Y. Rao, H.-H. Hsu [et al.] // *Atmospheric Environment*. – 2005. – Vol. 39, N 32. – P. 5839–5850.

282. *Cladosporium* airborne spore incidence in the environmental quality of the Iberian Peninsula [Text] / M. J. Aira, F. Rodriguez-Rajo, M. F. Gonzalez [et al.] // *Grana*. – 2012. – Vol. 51, N 4. – P. 300.

283. Climate change and allergic disease. [Text] / K. M. Shea, R. T. Truckner, R. W. Weber [et al.] // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2008. – Vol. 122. – P. 443–453.

284. Climate change and air pollution: Effects on pollen allergy and other allergic respiratory diseases [Text] / G. D'Amato, K. Bergmann, L. Cecchi [et al.] // Allergo Journal International. – 2014. – Vol. 23, N 1. – P. 17–23.

285. Climate change, environmental extremes, and human health in Australia: challenges, adaptation strategies, and policy gaps [Text] / R. Xu, P. Yu, Y. Liu [et al.] // The Lancet Regional Health - Western Pacific. – 2023. – Vol. 40. – P. 1–16.

286. Climate change impact on the olive pollen season in Mediterranean areas of Italy: Air quality in late spring from an allergenic point of view [Text] / T. Bonofiglio, F. Orlandi, L. Ruga [et al.] // Environmental Monitoring and Assessment. – 2013. – Vol. 185, N 1. – P. 877–890.

287. Climate change and respiratory diseases [Text] / G. D'Amato, L. Cecchi, M. D'Amato [et al.] // European Respiratory Review. – 2014. – Vol. 23. – P. 161–169.

288. Climate change and air pollution: effects on respiratory allergy [Text] / G. D'Amato, R. Pawankar, C. Vitale [et al.] // Allergy, asthma & immunology research. – 2016. – Vol. 8, N 5. – P. 391–395.

289. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: an update [Text] / G. D'Amato, C. Vitale, M. Lanza [et al.] // Current opinion in allergy and clinical immunology. – 2016. – Vol. 16, N 5. – P. 434–440.

290. Climate change, allergy and asthma, and the role of tropical forests [Text] / G. D'Amato, C. Vitale, N. Rosario [et al.] // World Allergy Organization Journal. – 2017. – Vol. 10, N 1. – P. 1–8.

291. Climate, urban air pollution and respiratory allergy. In: Pielke RA, ed. – Climate Vulnerability: Understanding and Addressing Threats to Essential Resources [Text] / R. A. Pielke, L. Cecchi, G. D'Amato [et al.] // Waltham, Academic Press. – 2013. – P. 105–113.



292. Cosselman, K. E. Environmental factors in cardiovascular disease [Text] / K. E. Cosselman, A. Navas-Acien, J. D. Kaufman // *Nature Reviews Cardiology*. – 2015. – Vol. 12, N 11. – P. 627–642.
293. Climate Change in Central Asia: a visual synthesis link / Zoï Environment Network. С. 18-19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.preventionweb.net/files/12033\\_CCCAdec2009.pdf](https://www.preventionweb.net/files/12033_CCCAdec2009.pdf). – Загл. с экрана.
294. D’Amato, G. Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases [Text] / G. D’Amato, L. Cecchi // *Clinical & Experimental Allergy*. – 2008. – Vol. 38, N 8. – P. 1264–1274.
295. D’Amato, G. Effects on asthma and respiratory allergy of Climate change and air pollution [Text] / G. D’Amato, C. Vitale, A. De Martino // *Multidisciplinary Respiratory Medicine*. – 2015. – Vol. 10, N 39. – P. 1–8.
296. D’Amato, G. Global warming, climate change, air pollution and allergies [Text] / G. D’Amato, C. Akdis // *Authorea Preprints*. – 2020. – Vol. 75(9). – P. 2158–2160.
297. D’Amato, G. Climate change, air pollution, pollen allergy and extreme atmospheric events [Text] / G. D’Amato, M. D’Amato // *Current Opinion in Pediatrics*. – 2023. – Vol. 35, N 3. – P. 356–361.
298. Diversity and structure of the endophytic bacterial communities associated with three terrestrial orchid species as revealed by 16S rRNA gene metabarcoding [Text] / P. Alibrandi, S. Schnell, S. Perotto [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2020. – Vol. 11. – P. 604.
299. De Sario, M. Climate change, extreme weather events, air pollution and respiratory health in Europe [Text] / M. De Sario, K. Katsouyanni, P. Michelozzi // *European Respiratory Journal*. – 2013. – Vol. 42. – P. 826–843.
300. Does Climate Change Impact Allergic Disease? The American Academy of Allergy, Asthma and Immunology. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aaaai.org/conditions-and-treatments/library/allergy-library/climate-change> (accessed on 1 February 2020). – Загл. с экрана.

301. Ecosystem management. UNEP. – Year Book, 2010. New Science and Developments in Our Changing Environment. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.unep.org](http://www.unep.org). – Загл. с экрана.

302. EEA. The European environment - state and outlook 2010: Land Use (Vol. 196) [Text]. – European Environment Agency // Science. – Copenhagen, 2010. – Vol. 317. – N 5839. – P. 810–813.

303. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios [Text] / M. Parry, C. Rosenzweig, A. Iglesias [et al.] // Global Environmental Change. – 2004. – Vol. 14. – P. 53–67.

304. Effect of elevated CO<sub>2</sub>, nitrogen deposition and decreased species diversity on foliar fungal plant diseases [Text] / C. E. Mitchell, P. B. Reich, D. Tilman [et al.] // Global Change Biology. – 2003. – Vol. 9. – P. 438–451.

305. Effect of ozone and nitrogen dioxide on the release of proinflammatory mediators from bronchial epithelial cells of nonatopic nonasthmatic subjects and atopic asthmatic patients in vitro [Text] / H. Bayram, R. J. Sapsford, M. M. Abdelaziz [et al.] // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2001. – Vol. 107, N 2. – P. 287–294.

306. Elevated atmospheric carbon dioxide concentrations amplify *Alternaria alternata* sporulation and total antigen production [Text] / J. Wolf, N. R. O'Neill, C. A. Rogers [et al.] // Environmental Health Perspectives. – 2010. – Vol. 118. – P. 1223–1228.

307. Environmental health indicators of climate change for the United States: findings from the State Environmental Health Indicator Collaborative [Text] / P. B. English, A. H. Sinclair, Z. Ross [et al.] // Environmental health perspectives. – 2009. – Vol. 117, N 11. – P. 1673–1681.

308. Estimating the abundance of airborne pollen and fungal spores at variable elevations using an aircraft: how high can they fly? [Text] / A. Damialis, E. Kaimakamis, M. Konoglou [et al.] // Scientific reports. – 2017. – Vol. 7:44535. – P. 1–11.

309. European phenological response to climate change matches the warming pattern [Text] / A. Menzel, T. H. Sparks, N. Estrella [et al.] // *Global Change Biology*. – 2006. – Vol. 12. – P. 1969–1976.

310. Frei, T. Climate change and its impact on birch pollen quantities and the start of the pollen season an example from Switzerland for the period 1969-2006 [Text] / T. Frei, E. Gassner // *International Journal of Biometeorology*. – 2008. – Vol. 52. – P. 667.

311. Fungi in a changing world: growth rates will be elevated, but spore production may decrease in future climates [Text] / A. Damialis, A. B. Mohammad, J. M. Halley [et al.] // *International Journal of Biometeorology*. – 2015. – Vol. 59, N 9. – P. 1157–1167.

312. Gadermaier, G. Allergens of weed pollen: An overview on recombinant and natural molecules [Text] / G. Gadermaier, M. Hauser, F. Ferreira // *Methods*. – 2014. – Vol. 66, N 1. – P. 55–66.

313. Garcia-Mozo, H. Impact of land cover changes and climate on the main airborne pollen types in Southern Spain [Text] / H. Garcia-Mozo, J. A. Oteros, C. Galan // *Science of the Total Environment*. – 2016. – Vol. 548. – P. 221–228.

314. Geller-Bernstein, C. The Clinical Utility of Pollen Counts [Text] / C. Geller-Bernstein, J. M. Portnoy // *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*. – 2019. – Vol. 57. – P. 340–349.

315. Ceter, T. Atmospheric concentration of fungus spores in Ankara and the effect of meteorological factors in 2003 period [Text] / T. Ceter, N. M. Pinar // *Mikrobiyoloji bülteni*. – 2009. – Vol. 43, N 4. – P. 627–638.

316. Geter, T. Effects of global-warming and climate-chances on atmospheric fungi spores distribution [Text] / T. Geter // *Communication Faculty of Sciences University Ankara Series C*. – 2018. – Vol. 27, N 2. – P. 263–272.

317. Global carbon budget [Text] / C. Le Quere, R. M. Andrew, P. Friedlingstein [et al.] // *Earth System Science Data*. – 2018. – Vol. 10, N 4. – P. 2141–2194.

318. Gougherty, A. V. Emerging tree diseases are accumulating rapidly in the native and non-native ranges of Holarctic trees [Text] / A. V. Gougherty // *NeoBiota*. – 2023. – Vol. 87. – P. 143–160.

319. Greater ozone-induced inflammatory responses in subjects with asthma [Text] / C. Scannell, L. Chen, R. M. Aris [et al.] // *American journal of respiratory and critical care medicine*. – 1996. – Vol. 154, N 1. – P. 24–29.

320. Green-Gofron, A. Influence of meteorological factors on the composition of selected fungal spores in air [Text] / A. Green-Gofron, B. Bosiacka // *Aerobiologia*. – 2015. – Vol. 31, N 1. – P. 63–72.

321. Haahtela, T. A biodiversity hypothesis [Text] / T. Haahtela // *Allergy*. – 2019. – Vol. 74, N 8. – P. 1445–1456.

322. Health 2020: a European policy framework supporting action across government and society for health and well-being. Copenhagen: WHO: Regional Office for Europe, 2013a. – P.14 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/131300>. – Загл. с экрана.

323. Hirst, J. An automatic volumetric spore trap [Text] / *Annals of Applied Biology*. – 1952. – Vol. 39, N 2. – P. 257–265.

324. Hjelmroos, M. Relationship between airborne fungal spore presence and weather variables [Text] / M. Hjelmroos // *Grana*. – 1993. – Vol. 32. – P. 40–47.

325. How Do Pollen Allergens Sensitize? [Text] / S. V. Guryanova, E. I. Finkina, D. N. Melnikova [et al.] // *Frontiers in Molecular Biosciences*. – 2022. – Vol. 9. – P. 900533.

326. Human health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability [Text] / U. Confalonieri, M. L. Parry, O. F. Canziani [et al.] // *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. – Cambridge, UK., 2007. – 391–431.

327. Impact of elevated air temperature and drought on pollen characteristics of major agricultural grass species [Text] / S. Jung, N. Estrella, M. W. Pfaffl [et al.] // *PLoS One*. – 2021. – Vol. 16, N 3. – P. e0248759.

328. Impact of Local Grasslands on Wild Grass Pollen Emission in Bavaria, Germany [Text] / Stephan Jung, Ye Yuanet, Maria Stange Del Carpio [et al.] // Land. – 2022. – Vol. 11, N 2. – P. 306.

329. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century [Text] / J. Gornall, R. Betts, E. Burke [et al.] // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2010. – Vol. 365, N 1554. – P. 2973–2989.

330. Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO<sub>2</sub> concentration [Text] / B. D. Singer, L. H. Ziska, D. A. Frenz [et al.] // Functional Plant Biology. – 2005. – Vol. 32. – P. 661–670.

331. Increased duration of pollen and mold exposure are linked to climate change [Text] / B. Paudel, T. Chu, M. Chen [et al.] // Scientific reports. – 2021. – Vol. 11, N 1. – P. 12816.

332. Increased levels of airborne fungal spores in response to *Populus tremuloides* grown under elevated atmospheric CO<sub>2</sub> [Text] / J. N. Klironomos, M. C. Rillig, M. F. Allen [et al.] // Canadian Journal of Botany. – 1997. – Vol. 75. – P. 1670–1673.

333. Influence of urban climate upon distribution of airborne Deuteromycete spore concentrations in Mexico City [Text] / C. Calderon, J. Lacey, A. McCartney [et al.] // International Journal of Biometeorology. – 1997. – Vol. 40. – P. 71–80.

334. Integrated Science Assessment (ISA) for Ozone and Related Photochemical Oxidants (Final Report, Feb 2013) [Internet]. Washington, DC, U.S.: U.S. Environmental Protection Agency. 2013 p. 1251. Report No.: EPA/600/R-10/076F, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=247492>. – Загл. с экрана.

335. Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter (Final Report, Dec 2019) [Internet]. Washington, DC, U.S.: U.S. Environmental Protection Agency; 2019 p. 1967. Report No.: EPA/600/R-19/188, 2019 [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=347534>. – Загл. с экрана.

336. Interactions of physical, chemical, and biological weather calling for an integrated approach to assessment, forecasting, and communication of air quality [Text] / T. Klein, J. Kukkonen, A. Dahl [et al.] // *AMBIO*. – 2012. – Vol. 41. – P. 851–864.

337. Jelks, M. Interpretation of pollen count [Text] / M. Jelks // *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. – 1991. – Vol. 67. – N 3. – P. 1–2.

338. Jiang, F. Correlation of Pollen Concentration and Meteorological Factors with Medical Condition of Allergic Rhinitis in Shenyang Area [Электронный ресурс] / F. Jiang, A. Yan // *Hindawi Computational and Mathematical Methods in Medicine*. – 2022. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1155/2022/4619693>. – Загл. с экрана.

339. Kalkar, S. A. Effects of industrial pollution on pollen morphology of *Cassia* species [Text] / S. A. Kalkar, J. Renu // *International journal of Life Sciences*. – 2014. – Vol. 2, N 1. – P. 17–22.

340. Kashef, S. Prevalence of aeroallergens in allergic rhinitis in Shiraz [Text] / S. Kashef, M. A. Kashef, F. Eghtedari // *Iranian journal of allergy, asthma, and immunology*. – 2003. – Vol. 2, N 4. – P. 185–188.

341. Kasprzyk, I. Fungal spores in the atmosphere of Rzeszow (South-East Poland) [Text] / I. Kasprzyk, B. Rzepowska, M. Wasylow // *Annals of agricultural and environmental medicine*. – 2004. – Vol. 11. – P. 285–289.

342. Katelaris, C. H. Climate change: allergens and allergic diseases [Text] / C. H. Katelaris, P. J. Beggs // *Internal Medicine Journal*. – 2018. – Vol. 48, N 2. – P. 129–134.

343. Kim, S. Y. Health effects of ozone on respiratory diseases [Text] / S. Y. Kim, E. Kim, W. J. Kim // *Tuberculosis and Respiratory Diseases*. – 2020. – Vol. 83, N 1. – P. 6–11.

344. Kinney, P. L. Interactions among climate change, air pollutants, and aeroallergens [Text] / P. L. Kinney, K. R. Weinberger, R. L. Miller // *Impacts of climate change on allergens and allergic diseases*. – Cambridge, 2016. – P. 113–136.

345. Kinney, P. L. Interactions of climate change, air pollution, and human health [Text] / P. L. Kinney // Current environmental health reports. – 2018. – Vol. 5. – P. 179–186.

346. Kizilpinar, I. Allergen Alternaria and Cladosporium Spores Concentration in the Atmosphere of Camkoru (Ankara - Turkey), 2003 - 2004 [Text] / I. Kizilpinar, C. Dogan // Hacettepe Journal of Biology and Chemistry. – 2011. – Vol. 39, N 4. – P. 427–434.

347. Klimanova, O. A. Assessing the geocological functions of the green infrastructure in cities of Canada [Text] / O. A. Klimanova, E. Yu. Kolbovsky, A. V. Kurbakovskaya // Geography and Natural Resources. – 2016. – N 2. – P. 191–200.

348. Kruczek, A. Poaceae, Secale spp. and Artemisia spp. pollen in the air at two sites of different degrees of urbanization [Text] / A. Kruczek, M. Puc, T. Wolski // Annals of Agricultural and Environmental Medicine. – 2017. – Vol 24, N 1. – P. 70–74.

349. Kurup, V. P. Respiratory fungal allergy. Microbes Aspergillus fumigatus Infect. 2: 1101-patients [Text] / V. P. Kurup, H. D. Shen, B. Banerjee // Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi. – 2000. – Vol. 41. – P. 157–160.

350. Levetin, E. Comparison of pollen sampling with a Burkard Spore Trap and a Tauber Trap in a warm temperate climate [Text] / E. Levetin, C. A. Rogers, S. A. Hall // Grana. – 2000. – Vol. 39. – P. 294–302.

351. Levetin, E. An atlas of fungal spores [Text] / E. Levetin // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2004. – Vol. 113, N 2. – P. 366–368.

352. Levetin, E. Changing Pollen Types / Concentrations / Distributions in the United States: Factor Fiction? [Text] / E. Levetin, P. Van de Water // Current Allergy and Asthma Reports. – 2008. – Vol. 8. – P. 418–424.

353. Levetin, E. Taxonomy of Allergenic Fungi [Text] / E. Levetin, E. Horner, A. Scott // The Journal of Allergy and Clinical Immunology: in Practice. – 2016. – Vol. 4. – P. 375–385.

354. Long distance transport of ragweed pollen as a potential cause of allergy in central Italy [Text] / Cecchi L., Morabito M., Domeneghetti M. P. [et al.] // *Annals of Allergy Asthma & Immunology*. – 2006. – Vol. 96. – P. 86–91.

355. Long-term trends in atmospheric pollen levels in the city of Thessaloniki, Greece [Text] / A. Damialis, J. M. Halley, D. Gioulekas [et al.] // *Atmospheric Environment*. – 2007. – Vol. 41, N 33. – P. 7011–7021.

356. Marin, C. Response of soil fungal ecological guilds to global changes [Text] / C. Marin, P. Kohout // *New Phytologist*. – 2021. – Vol. 229. – P. 656–658.

357. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization [Text] / G. D'Amato, S.T. Holgate, R. Pawankar [et al.] // *World Allergy Organization Journal*. – 2015. – Vol. 8, N 25. – P. 1–52.

358. Myszkowska, D. Pollen grains as allergenic environmental factors – new approach to the forecasting of the pollen concentration during the season [Text] / D. Myszkowska, R. Majewska // *Annals of agricultural and environmental medicine*. – 2014. – Vol. 21, N 4. – P. 681–688.

359. NCD Alliance and Global Climate and Health Alliance, NCDs and Climate Change: Shared Opportunities for Action (2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[https://ncdalliance.org/sites/default/files/resource\\_files/NCDs\\_%26\\_ClimateChange\\_EN.pdf](https://ncdalliance.org/sites/default/files/resource_files/NCDs_%26_ClimateChange_EN.pdf). – Загл. с экрана.

360. Observed climate change in Mongolia [Text] / P. Batima, L. Natsagdorj, P. Gombluudev [et al.] // *AIACC Working Paper*. – 2005. – Vol. 13. – P. 25.

361. Ocampo, T. L. Cannabis sativa: the unconventional «weed» allergen [Text] / T. L. Ocampo, T. S. Rans // *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. – 2015. – Vol. 114, N 3. – P. 187–192.

362. Oh, J. W. Pollen allergy in a changing planetary environment [Text] / J. W. Oh // *Allergy, Asthma & Immunology Research*. – 2022. – Vol. 14, N 2. – P. 168–181.



363. Oriental plane pollen allergy: Identification of allergens and cross-reactivity between relevant species [Text] / N. Pazouki, M. Sankian, T. Nejadstarrari [et al.] // Allergy & Asthma Proceedings. – 2008. – Vol. 29. – P. 6.
364. Osmonbaeva, K. B. The new research of aerobiological monitoring of the Issyk-Kul region of Kyrgyzstan [Text] / K. B. Osmonbaeva // Science Review, Warsaw. – 2018. – Vol. 2. – P. 9–11.
365. Osmonbaeva, K. B. Pollinosis in the conditions of climate changes [Text] / K. B. Osmonbaeva // Dela Press Conference, Series: Medical Sciences / Materials of the international scientific conference «Innovations in the sphere of medical science and education». – Osh, 2022. – Vol. 001 (005).
366. Ozone-induced changes in pulmonary function and bronchial responsiveness in asthmatics [Text] / J. W. Kreit, K. B. Gross, T. B. Moore [et al.] // Journal of applied physiology. – 1989. – Vol. 66, N 1. – P. 217–222.
367. Peternel, R. Atmospheric concentrations of Cladosporium spp. and Alternaria spp. spores in Zagreb (Croatia) and effects of some meteorological factors [Text] / R. Peternel, J. Culig, I. Hrga // Annals of Agricultural and Environmental Medicine. – 2004. – Vol. 11, N 2. – P. 303–307.
368. Petzoldt, C. Climate Change Effects on Insects and Pathogens [Text] / C. Petzoldt, A. Seaman // Climate Change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.panna.org/sites/default/files/CC%20insects&pests.pdf>. – Загл. с экрана.
369. Podoynitsyna, D. S. The critical analysis of the concept - Green infrastructure [Text] / D. S. Podoynitsyna // Architecture and Modern Information Technologies. – 2016. – Vol. 1, N 34. – P. 12.
370. Pollen and asthma morbidity in Atlanta: A 26-year time-series study [Text] / B. L. Lappe, S. Ebel, R. R. D'Souza [et al.] // Environment International. – 2023. – Vol. 177. – P. 107998.
371. Prevalence of allergic diseases among the age group 0-18 years of the population of the Republic of Uzbekistan [Text] / I. S. Razikova, G. R. Razikova, N. P.

Aidarova [et al.] // European journal of pharmaceutical and medical research. –2020. – Vol. 7, N 3. – P. 5–10.

372. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO<sub>2</sub>-enriched atmospheres [Text] / P. Wayne, S. Foster, J. Connolly [et al.] // Ann Allergy Asthma Immunol. – 2002. – Vol. 88. – P. 279–282.

373. Profiles of airborne fungi in buildings and outdoor environments in the United States [Text] / B. G. Shelton, K. H. Kirkland, W. D. Flanders [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 2002. – Vol. 68, N 4. – P. 1743–1753.

374. Protecting health from climate change: a seven-country initiative. Copenhagen: WHO: Regional Office for Europe, 2013b. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.euro.who.int>. – Загл. с экрана.

375. Puc, M. Effects of Meteorological Factors and Air Pollution on Urban Pollen Concentrations [Text] / M. Puc, B. Bosiacka // Polish Journal of Environmental Studies. – 2011. – Vol. 20, N 3. – P. 611–618.

376. Quercus pollen season dynamics in the Iberian peninsula: response to meteorological parameters and possible consequences of climate change [Text] / H. Garcia-Mozo, C. Galan, V. Jato [et al.] // Annals of agricultural and environmental medicine. – 2006. – Vol. 13, N 2. – P. 209–240.

377. Ray, C. Climate change and human health: a review of allergies, autoimmunity and the microbiome [Text] / C. Ray, X. Ming // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2020. – Vol. 17, N 13. – P. 4814.

378. Reframing climate change as a public health issue: an exploratory study of public reactions [Text] / E. W. Maibach, M. Nisbet, P. Baldwin [et al.] // BMC Public Health. – 2010. – Vol. 10. – P. 299.

379. Reid, C. E. Aeroallergens, allergic disease, and climate change: impacts and adaptation [Text] / C. E. Reid, J. L. Gamble // Ecohealth. – 2009. – Vol. 6, N 3. – P. 458–470.

380. Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe [Text] / J. Emberlin, M. Detandt, R. Gehrig [et al.] // International Journal of Biometeorology. – 2002. – Vol. 46. – P. 159–170.

381. Rodriguez-Rajo, F. J. Variation assessment of airborne *Alternaria* and *Cladosporium* spores at different bioclimatical conditions [Text] / F. J. Rodriguez-Rajo, I. Iglesias, V. Jato // *Mycological Research*. – 2005. – Vol. 109. – P. 497.
382. Sakiyan, N. Atmospheric concentrations of *Cladosporium* Link and *Alternaria* Nees spores in Ankara and the effects of meteorological factors [Text] / N. Sakiyan, Ö. Inceoglu // *Turkish Journal of Botany*. – 2003. – Vol. 27. – P. 77–81.
383. Sangster, A. G. Pollen grain preservation of under represented species in fossil spectra [Text] / A. G. Sangster, A. M. Dale // *Canadian Journal of Botany*. – 2011. – Vol. 42, N 4. – P. 437–449.
384. Schiavoni, G. The dangerous liaison between pollens and pollution in respiratory allergy [Text] / G. Schiavoni, G. D'Amato, C. Afferni // *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. – 2017. – Vol. 118, N 3. – P. 269–275.
385. Seasonal distribution of airborne pollen in Manila, Philippines, and the effect of meteorological factors to its daily concentration [Text] / M. Sabit, J. D. Ramos, G. J. Alejandro [et al.] // *Aerobiologia*. – 2016. – Vol. 32, N 3. – P. 375–383.
386. Seth, D. Allergenic pollen season variations in the past two decades under changing climate in the United States [Text] / D. Seth, L. Bielory // *Immunology and Allergy Clinics*. 2021. – Vol. 41, N 1. – P. 17–31.
387. Shi, Y. F. Preliminary study on signal, impact and foreground of climatic shift from warm-dry to warm-humid in Northwest China [Text] / Y. F. Shi, Y. P. Shen, R. J. Hu // *Journal of Glaciology and Geocryology*. – 2002. – Vol. 24. – P. 219–226.
388. Significance of sampling height of airborne particles for aerobiological information [Text] / A. Rantio-Lehtimäki, A. Koivikko, R. Kupias [et al.] // *Allergy*. – 1991. – Vol. 46, N 1. – P. 68–76.
389. Sindt, C. Airborne *Cladosporium* fungal spores and climate change in France. [Text] / C. Sindt, J. P. Besancenot, M. Thibaudon // *Aerobiologia*. – 2016. – Vol. 32. – P. 53–68.
390. Singh, A. B. Studies on pollen allergy in Dehli. Diurnal periodicity of common allergenic pollen [Text] / A. B. Singh, C. R. Babu // *Allergy*. – 1980. – Vol. 35, N 4. – P. 311–317.

391. Singh, A. B. Climate change and allergic diseases: An overview [Text] / A. B. Singh, P. Kumar // *Frontiers in Allergy*. – 2022. – Vol. 3. – P. 964–987.
392. Sofiev, M. Allergenic pollen: A Review of the production, release, distribution and health impact [Text] / M. Sofiev, K-C. Bergmann // Springer Dordrecht Heidelberg. – New York; London, 2013. – P. 247.
393. Spanish Aerobiology Network (REA): Management and Quality Manual [Text] / G. C. Soldevilla, C. P. Gonzalez, A. P. Teno [et al.] // Cordoba: Servicio de publicaciones de la Universidad de Cordoba. – 2007. – P. 36.
394. Statistical approach to the analysis of olive longterm pollen season trends in southern Spain [Text] / H. Garcia-Mozo, L. Yaezel, J. A. Oteros [et al.] // *Science of the Total Environment*. – 2014. – Vol. 473/474. – P. 103–109.
395. Synergistic health effects of air pollution, temperature, and pollen exposure: a systematic review of epidemiological evidence [Text] / S. C. Anenberg, S. Haines, E. Wang [et al.] // *Environmental Health*. – 2020. – Vol. 19. – P. 1–19.
396. Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: a retrospective data analysis [Text] / L. H. Ziska, L. Makra, S. K. Harry [et al.] // *The Lancet Planetary Health*. – 2019. – Vol. 3, N 3. – P. 124–131.
397. The biodiversity hypothesis and allergic disease: world allergy organization position statement [Text] / T. Haahtela, S. Holgate, R. Pawankar [et al.] // *World Allergy Organization Journal*. – 2013. – Vol. 6. – P. 3.
398. The climatic suitability for Dengue transmission in continental Europe. Stockholm, European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/TER-Climatic-suitablility-dengue.pdf>. – Загл. с экрана.
399. The direct and indirect impacts of EU policies on land [Text]. – European Environment Agency, Copenhagen, 2016. – 118 p.

400. The effects of climate change on respiratory allergy and asthma induced by pollen and mold allergens [Text] / G. D'Amato, H. J. Chong-Neto, O. P. Monge Ortega [et al.] // *Allergy*. – 2020. – Vol. 75, N 9. – P. 2219–2228.

401. The influence of temperature and climate change on the timing of pollen release in the Netherlands [Text] / A. J. Van Vliet, A. Overeem, R. S. De Groot [et al.] // *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*. – 2002. – Vol. 22, N 14. – P. 1757–1767.

402. The pollen enigma: modulation of the allergic immune response by non-allergenic, pollen-derived compounds [Text] / S. Gilles, H. Behrendt, J. Ring [et al.] // *Current pharmaceutical design*. – 2012. – Vol. 18, N 16. – P. 2314–2319.

403. The potential impacts of climate variability and change on air pollution-related health effects in the United States [Text] / S. M. Bernard, J. M. Samet, A. Grambsch [et al.] // *Environmental health perspectives*. – 2001. – Vol. 109, N 12. – P. 199–209.

404. The relationship between airborne pollen and fungal spore concentration and seasonal pollen allergy symptoms in Cracow in 1997-1999 [Text] / D. Myszkowska, D. Stepalska, K. Obtulowicz [et al.] // *Aerobiologia*. – 2002. – Vol. 18. – P. 153–161.

405. The role of seasonal grass pollen on childhood asthma emergency department presentations [Text] / B. Erbas, M. Akram, S. C. Dharmage [et al.] // *Clinical & Experimental Allergy*. – 2012. – Vol. 42. – P. 799–805.

406. Thuiller, W. Climate change and the ecologist [Text] / W. Thuiller // *Nature*. – 2007. – Vol. 448. – P. 550–552.

407. Thunderstorm allergy and asthma: state of the art [Text] / G. D'Amato, I. Annesi-Maesano, M. Urrutia-Pereira [et al.] // *Multidisciplinary Respiratory Medicine*. – 2021. – Vol. 16, N 1. – P. 806.

408. Types of Artemisia pollen season depending on the weather conditions in Wroclaw (Poland), 2002-2011 [Text] / M. Malkiewicz, K. Klaczak, A. Drzeniecka-Osiadacz [et al.] // *Aerobiologia*. – 2014. – Vol. 30. – P. 13–23.

409. Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: An update. J Investig [Text] / G. D'Amato, L. Cecchi, M. D'Amato [et al.] // Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology. – 2010. – Vol. 20. – P. 95–102.

410. Urban air pollution and climate change: «The Decalogue: Allergy Safe Tree» for allergic and respiratory diseases care [Text] / V. Patella, G. Florio, D. Magliacane [et al.] // Clinical and Molecular Allergy. – 2018. – Vol. 16. – P. 20.

411. Understanding the intersection of climate/environmental change, health, agriculture, and improved nutrition: a case study on micronutrient nutrition and animal source foods [Text] / D. J. Raiten, L. H. Allen, J. L. Slavin [et al.] // Current developments in nutrition. – 2020. – Vol. 4, N 7. – P. 1–8.

412. Variation in airborne fungal spore concentrations among five monitoring locations in a desert urban environment [Text] / T. Y. Patel, M. Buttner, D. Rivas [et al.] // Environmental Monitoring and Assessment. – 2018. – Vol. 190. – P. 634.

413. Variation in Artemisia pollen seasons in Central and Eastern Europe [Text] / B. Sikoparija, C. A. Skjoth, P. Radisic [et al.] // Agricultural and Forest Meteorology. – 2012. – Vol. 160. – P. 48–59.

414. Wachowska, U. Antagonistic interactions between Aureobasidium pullulans and Fusarium culmorum, a fungal pathogen of winter wheat [Text] / U. Wachowska, K. Głowacka // BioControl. – 2014. – Vol. 59. – P. 635–645.

415. Wang, Y. The Urban Heat Island effect in the city of Toronto [Text] / Y. Wang, U. Berardi, H. Akbari // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 118. – P. 137–144.

416. WHO: Regional Office for Europe, 2013. Protecting health from climate change: a seven-country initiative. Copenhagen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.euro.who.int>. – Загл. с экрана.

417. WHO: Regional Office for Europe, 2013, 14. Health 2020: a European policy framework supporting action across government and society for health and well-being. Copenhagen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/131300>. – Загл. с экрана.

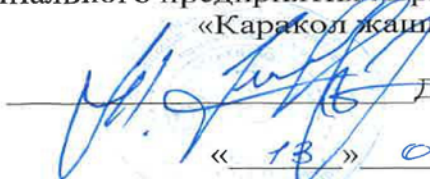
418. WHO: The global burden of disease: 2004 update. Geneva, 2008  
[Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241563710>. – Загл. с экрана.
419. Wilken-Jensen, K. Atlas of Moulds in Europe causing respiratory allergy [Text] / K. Wilken-Jensen, S. Gravesen // Copenhagen: ASK Publishing. – 1984. – 110 p.
420. Year-long trends of airborne pollen in Argentina: More research is needed [Text] / G. D. Ramon, E. Vanegasc, M. Felix [et al.] // World Allergy Organization Journal. – 2020. – Vol. 13. – P. 100135.
421. Zemmer, F. The duration and severity of the allergenic pollen season in Istanbul, and the role of meteorological factors [Text] / F. Zemmer, A. Dahl, C. Galan // *Aerobiologia*. – 2022. – Vol. 38. – P. 195–215.
422. Zhang, Y. Projected climate-driven changes in pollen emission season length and magnitude over the continental United States [Text] / Y. Zhang, A. L. Steiner // *Nature communications*. – 2022. – Vol. 13, N 1. – P. 1234.
423. Ziska, L. H. Rising CO<sub>2</sub> and pollen production of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), a known allergy-inducing species: implications for public health [Text] / L. H. Ziska, F. A. Caulfield // *Functional Plant Biology*. – 2000. – Vol. 27, N 10. – P. 893–898.
424. Ziska, L. H. Rising Atmospheric Carbon Dioxide and Plant Biology: The Overlooked Paradigm [Text] / L. H. Ziska // *DNA and cell biology*. – 2008. – Vol. 27. – P. 165–172.
425. Ziska, L. H. Anthropogenic climate change and allergen exposure: The role of plant biology [Text] / L. H. Ziska, P. J. Beggs // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2012. – Vol. 129. – P. 27–32.
426. Zukiewicz-Sobczak, W. A. The role of fungi in allergic diseases [Text] / W. A. Zukiewicz-Sobczak // *Advances in Dermatology and Allergology // Postępy Dermatologii I Alergologii*. – 2013. – Vol. 30, N 1. – P. 42.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1: *Акт внедрения муниципального предприятия мэрии г. Каракол «Каракол жашылдандыруу»*

УТВЕРЖДАЮ

Директор муниципального предприятия мэрии г. Каракол  
«Каракол жашылдандыруу»

  
Джумаев Э. Д.  
« 13 » 05 2020г.

#### Акт внедрения научно-исследовательской работы

##### 1. Автор внедрения (соавторы)

Осмонбаева Кымбаткуль Бейшеновна, кандидат биологических наук, доцент кафедры туризма и охраны окружающей среды Иссык-Кульского государственного университета им. Касыма Тыныстанова;

Бикиров Шаршеналы Бикирович, доктор биологических наук, зав. лабораторией лесных культур и селекции Научно-производственного центра исследования лесов им. П. А. Гана Института биологии НАН Кыргызской Республики.

##### 2. Наименование научно-исследовательской работы: Методические рекомендации «Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол» (материалы докторской диссертации Осмонбаевой К. Б. на тему «Изменение климата и концентрация пыльцы растений и спор грибов в воздухе».

##### 3. Краткая аннотация. При разработке основных стратегических приоритетов в перспективном плане озеленения города Каракол используются научные результаты, отраженные в методических рекомендациях Осмонбаевой К. Б. (соавторы Бикиров Ш. Б., Бикирова А. Ш.) «Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол»: факторы формирования зеленых насаждений и степень их воздействия на окружающую городскую среду; оценка ценных декоративных форм и подбор ассортимента древесно-кустарниковых растений для улучшения состояния озеленения города, методика выращивания посадочного материала; основные принципы формирования озелененных территорий; система мероприятий для оздоровления городской среды, уменьшающих содержание аллергенной пыльцы в воздухе.

##### 4. Эффект от внедрения. Реализация материалов методических рекомендаций «Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол» позволила:

- пополнить справочную базу данных муниципального предприятия мэрии г. Каракол «Каракол жашылдандыруу»;



- значительно улучшить качество подготовки специалистов для проведения мероприятий и практических действий по благоустройству и озеленению города Каракол;
- повысить качество и эффективность проведения экологического мониторинга на урбанизированных территориях.

**5. Место и время внедрения.** Кыргызская Республика, Иссык-Кульская область, г. Каракол, муниципальное предприятие «Каракол жашылдандыруу» мэрии г. Каракол, 2020г.

**6. Форма внедрения.** Методические рекомендации «Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол».

Мастер озеленения  
муниципального предприятия  
«Каракол жашылдандыруу»

*Чогунишсэ давергено*

Проректор по науке  
Иссык-Кульского государственного университета  
им. Касыма Тыныстанова,  
доктор технических наук

*М. А. Асаналиев*

Асаналиев М. А.



*К. Ж. Зиялиев*

Зиялиев К. Ж.

*Чогунишсэ давергено*  
*Нар. Ок.*

**Приложение 2: Акт внедрения Иссык-Куль-Нарынского регионального  
управления охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов,  
экологии и технического надзора Кыргызской Республики**

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Иссык-Куль-Нарынского регионального управления  
министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора  
Кыргызской Республики

 Термеев Р. К.  
" 15 " 06. 2022г.

**Акт внедрения научно-исследовательской работы**

**1. Автор внедрения (соавторы)**

Осмонбаева Кымбаткуль Бейшеновна кандидат биологических наук, доцент кафедры туризма и охраны окружающей среды Иссык-Кульского государственного университета им. Касыма Тыныстанова.

**2. Наименование научно-исследовательской работы**

Материалы диссертации Осмонбаевой К. Б. на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология, на тему «Изменение климата и концентрация пыльцы растений и спор грибов в воздухе».

**3. Краткая аннотация.** Разработана концепция, где аэроаллергены выступают как индикаторы изменения климата и загрязнения окружающей среды. Получены новые сведения о том, что изменения в землепользовании региона существенно происходят за счет замещения естественных степных и луговых сообществ биосферной территории. Сформулированы факторы распространения основных аэроаллергенов растительного происхождения с учетом уровня загрязнения атмосферного воздуха и метеорологических факторов. Проведен анализ мониторингов различных станций слежения за современными процессами изменения климата и влияния этих изменений на наиболее уязвимые сферы - биоразнообразие, сельское хозяйство и здравоохранение.

**4. Эффект от внедрения.** Указанные результаты позволили Иссык-Куль-Нарынскому региональному управлению Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора КР использовать новые сведения из материалов диссертации при разработке и реализации государственной политики и координации в сферах охраны окружающей среды, экологии и климата, при осуществлении контроля за соблюдением требований экологической (в том числе биологической) безопасности, а именно:

- Научные сведения по изменению климата и его последствий для базы данных службы экологического мониторинга, для учета факторов, связанных с изменением климата при проведении национальной экологической политики.
- Практические рекомендации по планомерному озеленению для создания микроклимата, улучшения естественной среды населенных пунктов региона, с учетом данных мониторинга озеленения и подбора ассортимента древесно-кустарниковых пород.

**5. Место и время внедрения.** Кыргызская Республика, Иссык-Кульская область, Иссык-Куль-Нарынское региональное управление министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики, г. Чолпон-Ата, 2022г.

**6. Форма внедрения.**

- Материалы докторской диссертации при разработке программ комплексного экологического мониторинга Иссык-Куль-Нарынского регионального управления министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики.
- Методические рекомендации «Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол», необходимые для озеленения населенных пунктов Иссык-Кульской долины.

Заместитель начальника  
Иссык-Куль-Нарынского  
регионального управления  
министерства природных ресурсов,  
экологии и технического надзора КР



*Н. Б. Бекбогунова*

Карыбеков М. К.

*М. К. Карыбеков*

Ученый секретарь  
Иссык-Кульского государственного университета  
им. К. Тыныстанова,  
кандидат исторических наук

*Р. Б. Мукамбетова*

Мукамбетова Р. Б.

*Согласовано и заверено*  
*Нар. Сек.*



**Приложение 3: Акт внедрения Иссык-Кульского государственного  
университета им. Касыма Тыныстанова**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Ректор Иссык-Кульского Государственного Университета  
им. К. Тыныстанова  
Иманбаев А. А.



« 10 » 09 2022г.

**Акт внедрения научно-исследовательской работы**

**1. Автор внедрения (соавторы)**

Осмонбаева Кымбаткуль Бейшеновна, кандидат биологических наук, доцент кафедры туризма и охраны окружающей среды Иссык-Кульского государственного университета им. Касыма Тыныстанова.

**2. Наименование научно-исследовательской работы**

Материалы диссертации Осмонбаевой К. Б. на соискание степени доктора биологических наук на тему «Изменение климата и концентрация пыльцы растений и спор грибов в воздухе».

**3. Краткая аннотация**

Разработана концепция, где аэроаллергены выступают как индикаторы изменения климата и загрязнения окружающей среды. Сформулированы факторы распространения основных аэроаллергенов растительного происхождения с учетом уровня загрязнения атмосферного воздуха и метеорологических факторов. Получены новые сведения о том, что изменения в землепользовании региона существенно происходят за счет замещения естественных степных и луговых сообществ биосферной территории. Проведен анализ мониторингов различных станций слежения за современными процессами изменения климата и влияния этих изменений на наиболее уязвимые сферы - биоразнообразие, сельское хозяйство и здравоохранение.

**4. Эффект от внедрения**

Результаты исследования используются в учебном процессе ИГУ им. К. Тыныстанова при чтении курсов лекций, проведении практических занятий для студентов по направлению подготовки «520800 - Экология и природопользование». Разработаны методические руководства к лекционным и практическим занятиям.

Реализация материалов диссертации Осмонбаевой К. Б. позволила повысить качество и эффективность преподавания дисциплин «Мониторинг окружающей среды», «Экология человека», «Геоэкология», «Урбоэкология», «Микология». Данные диссертации дополнили библиотечный фонд ИГУ им. К. Тыныстанова научной литературой.

## 5. Место и время внедрения

Кыргызская Республика, Иссык-Кульская область, г. Каракол, Иссык-Кульский Государственный Университет им. К. Тыныстанова, 2022г.

## 6. Форма внедрения

- В текстах лекций, практических заданиях, рабочих программах и учебно-методических комплексах по следующим дисциплинам: мониторинг окружающей среды, экология человека, геоэкология, урбоэкология, микология.
- В учебно-методических и научно-методических работах:
  1. Кадыркулова С. К., Осмонбаева К. Б. Микология (методикалык колдонмо). – Каракол, 2012. – 88б.
  2. Бикиров Ш. Б., Осмонбаева К. Б., Бикирова А. Ш. Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол (методические рекомендации). – Каракол, 2020. – 52с.

Ученый секретарь

Иссык-Кульского государственного университета  
им. К. Тыныстанова,  
кандидат исторических наук



Муканбетова Р. Б.

Заведующая кафедрой туризма и  
охраны окружающей среды

Иссык-Кульского государственного университета  
им. К. Тыныстанова,  
кандидат биологических наук



Кадырова Г. Б.

Согласно договору  
Иссык-Куль. Ок. 





методическую часть работы с пыльцеуловителями «Lanzoni VPPS 2010» в регионах Республики Узбекистан; способствует более эффективной подготовке специалистов - аэробиологов. Результаты исследования необходимы в последующем для создания аэробиологической службы (АБС) с целью мониторинга аэробиологического состояния атмосферы, с развитием постоянно действующей сети станций слежения за качественным и количественным составом пыльцевого дождя.

**5. Место и время внедрения.**

Республика Узбекистан, г. Ташкент, Международный центр молекулярной аллергологии Министерства инновационного развития РУз, июль 2022 - февраль 2023гг.

**6. Форма внедрения.**

Материалы исследования внедрены в работу Международного центра молекулярной аллергологии в следующих формах: теоретические аспекты, методология работы с пыльцеуловителями (гравиметрическим и волюметрическим способами), подсчета пыльцевых зерен и спор грибов из аэробиологических образцов, их идентификация и другие особенности аэробиологических исследований.

Заместитель директора

Международного центра молекулярной аллергологии  
Министерства инновационного развития РУз,  
доктор медицинских наук, профессор

Джамбекова Г. С.

Подпись Джамбековой Г. С. заверяю



Ученый секретарь

Иссык-Кульского государственного университета  
им. К. Тыныстанова,  
кандидат исторических наук

Мукамбетова Р. Б.

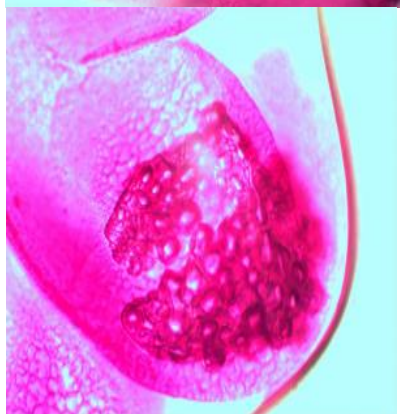
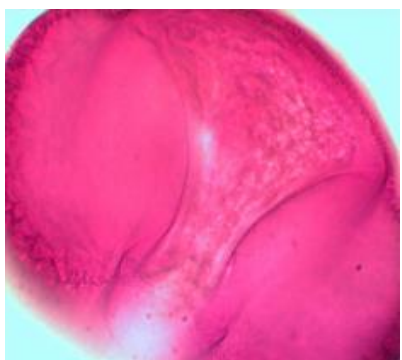
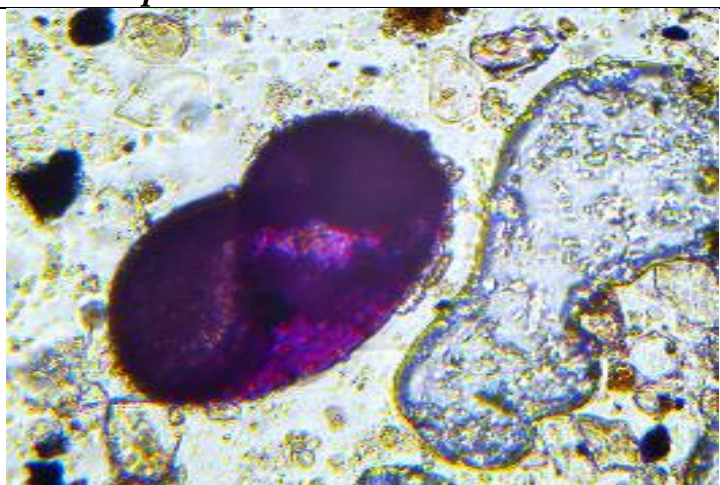
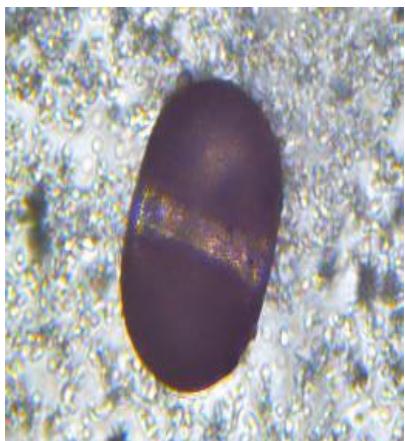
*Handwritten signature of R. B. Mukambetova*

Подпись заверяю: *Handwritten signature of R. B. Mukambetova*



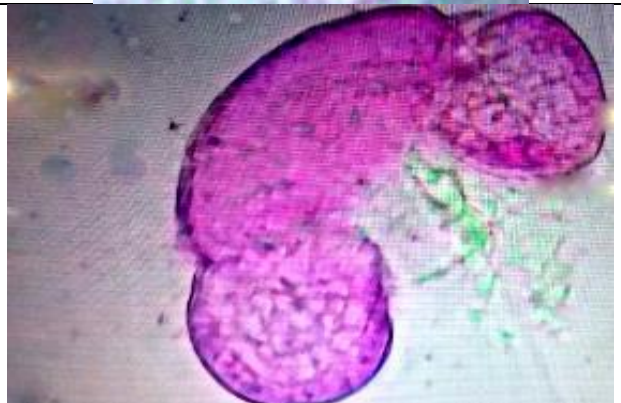
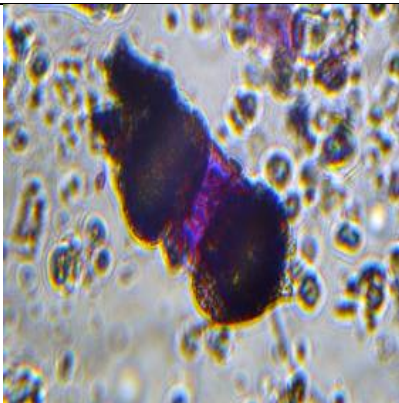
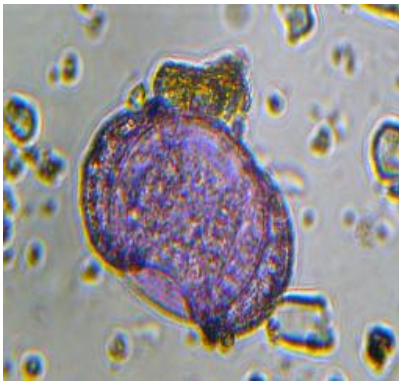
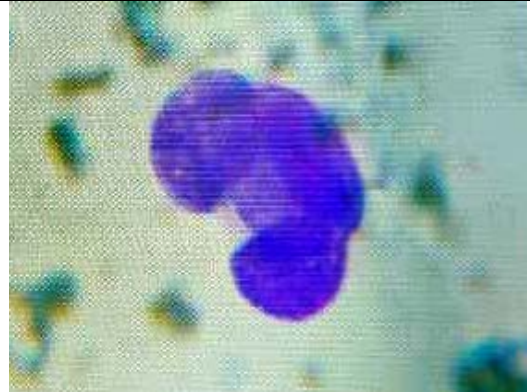
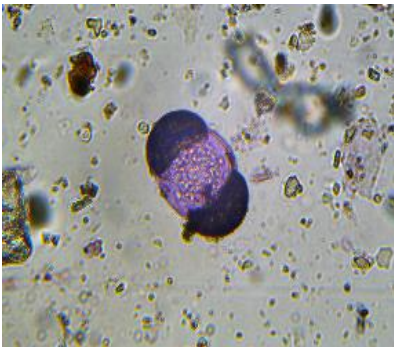
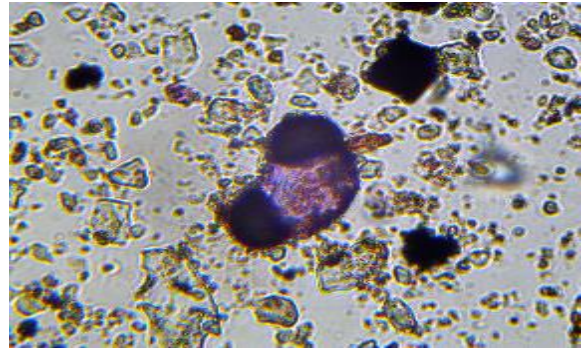
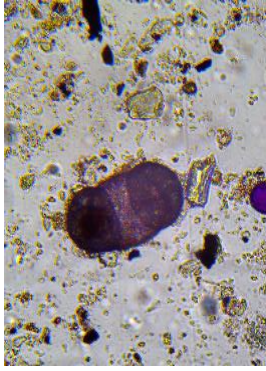
Приложение 5: Микрофотографии пыльцы растений и спор грибов

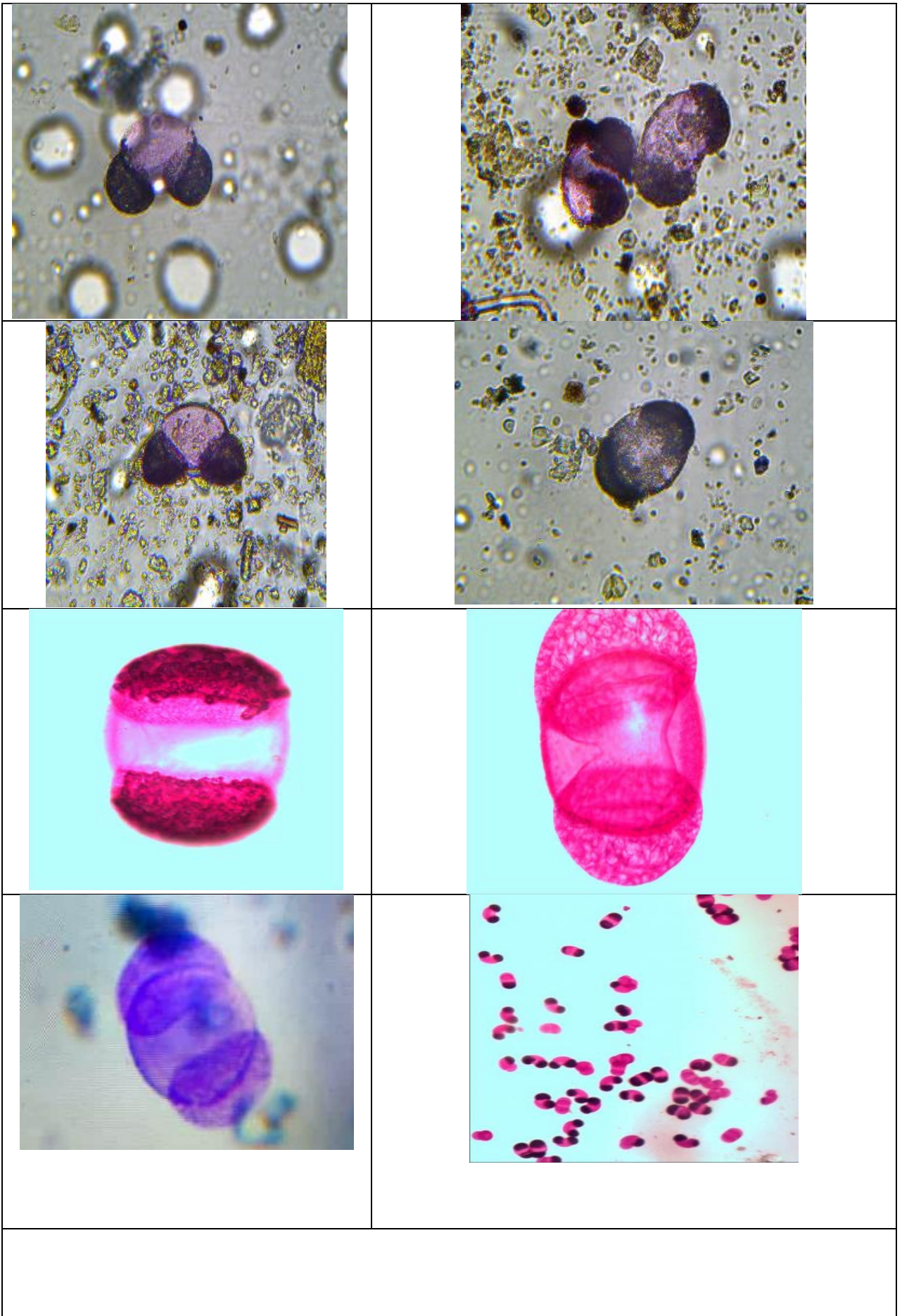
*Picea sp.*





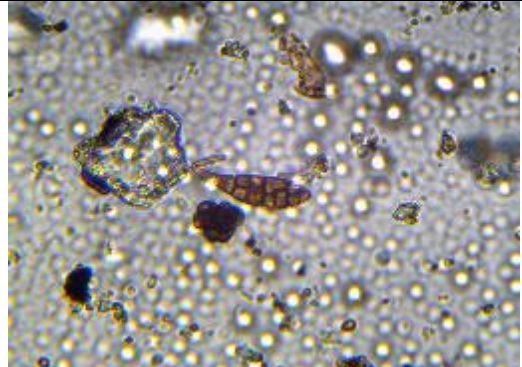
*Pinus sp.*



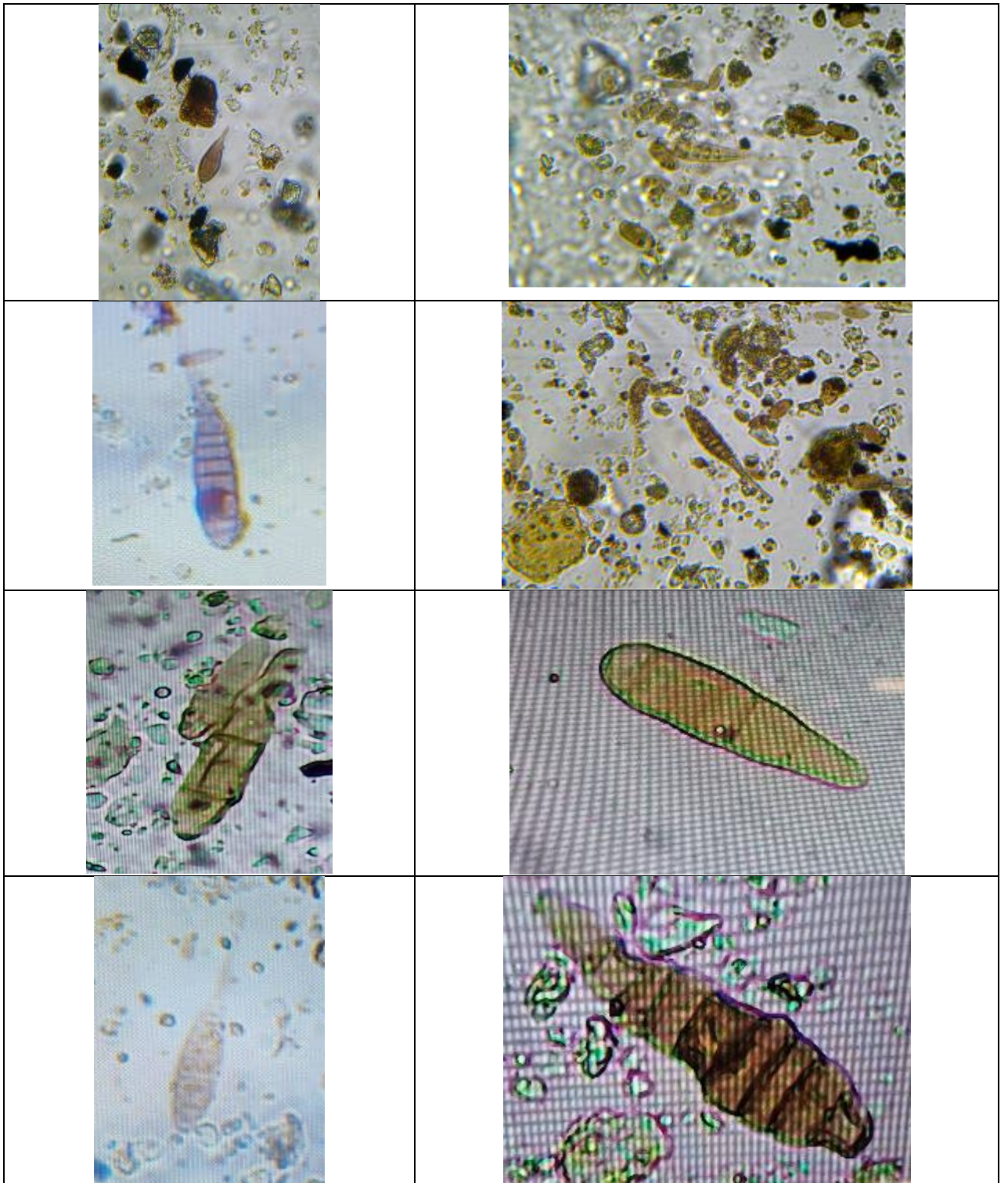




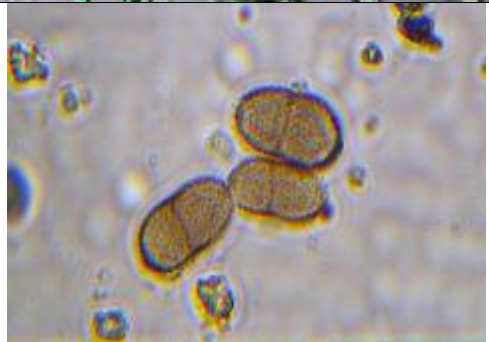
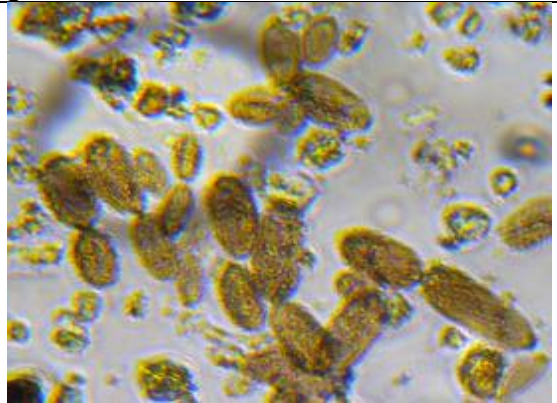
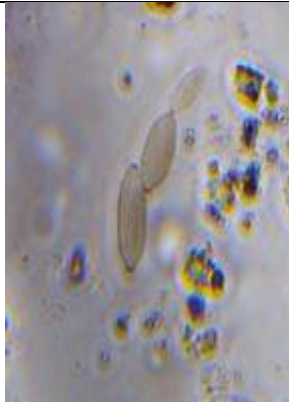
*Alternaria*



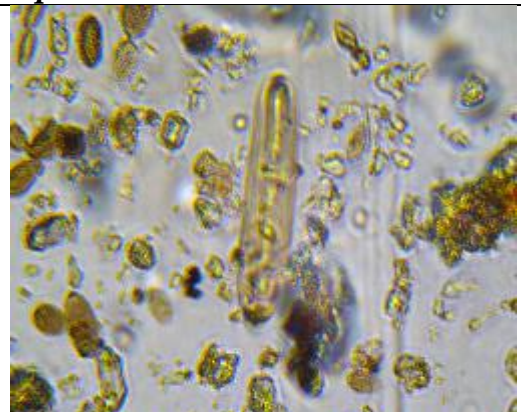




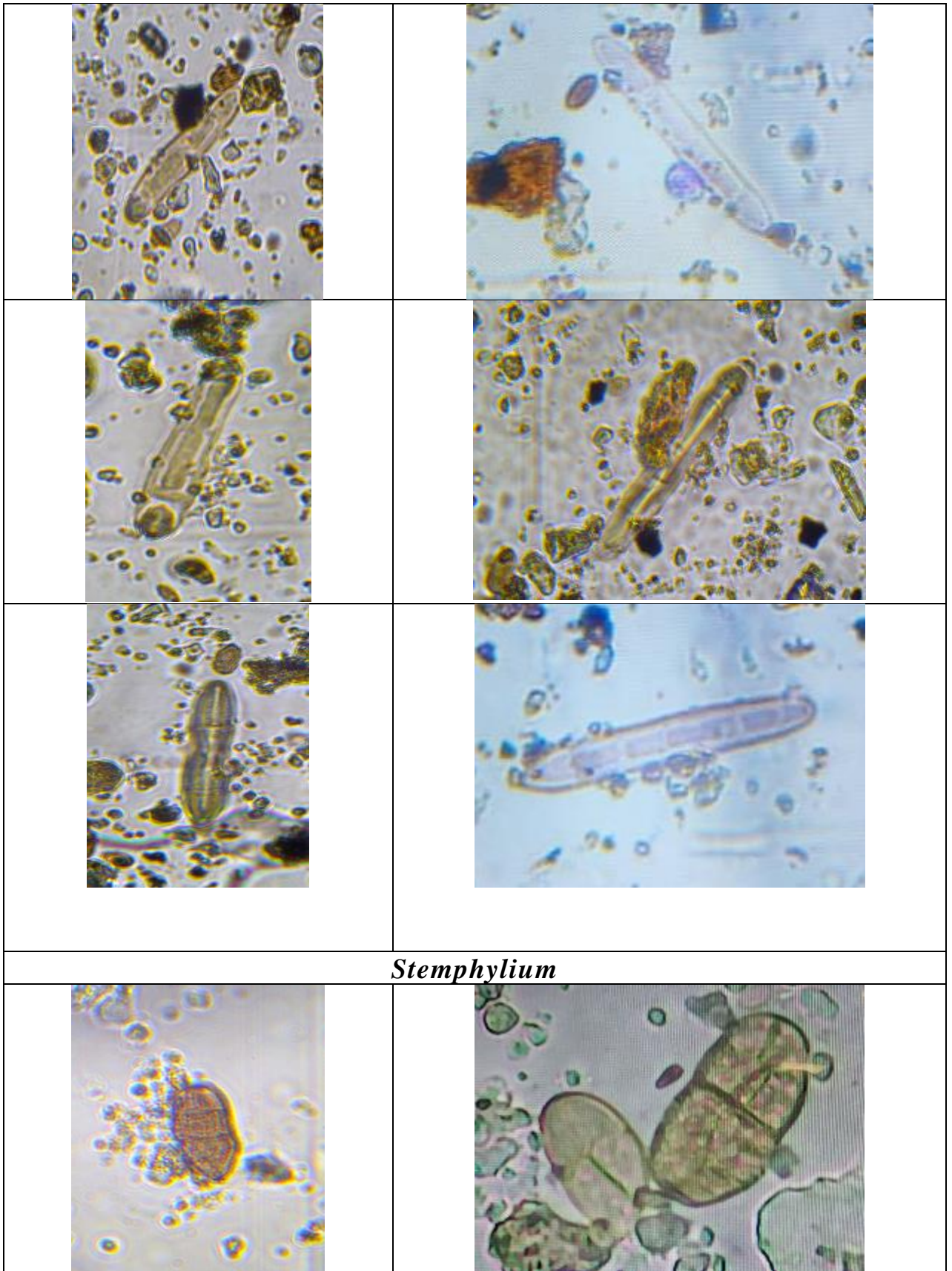
*Cladosporium*

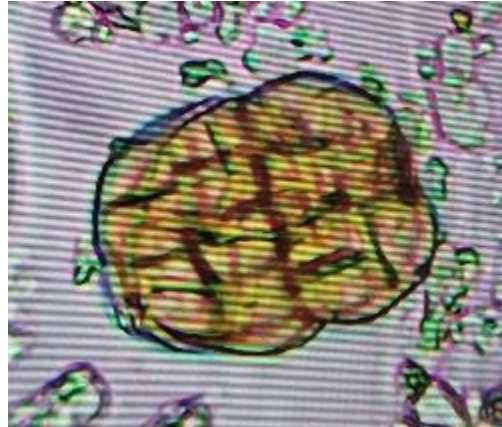


*Helminthosporium*

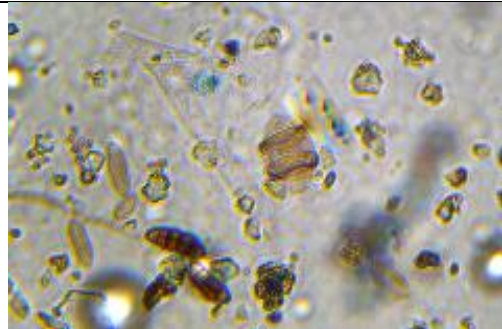









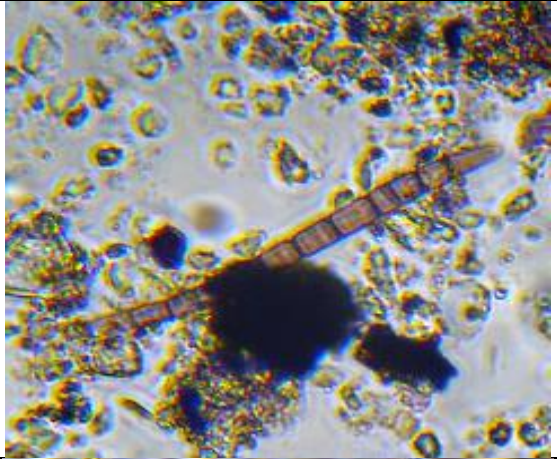
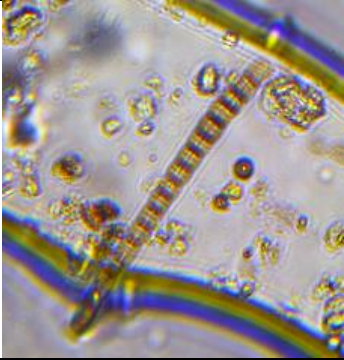
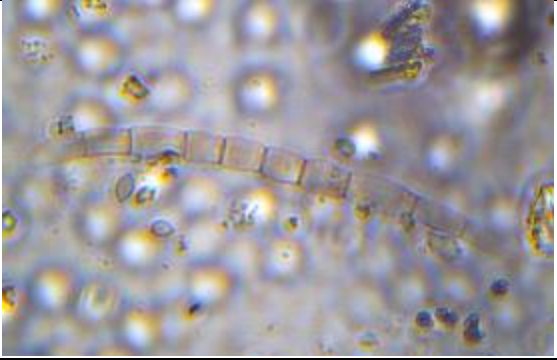
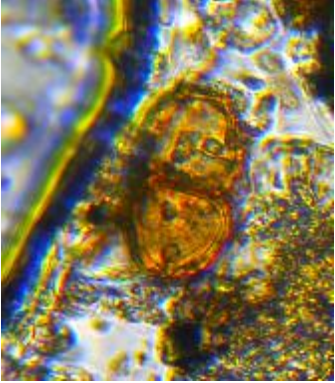

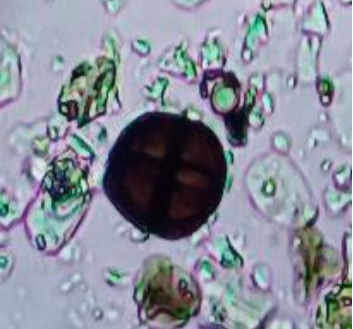

*Curvularia*



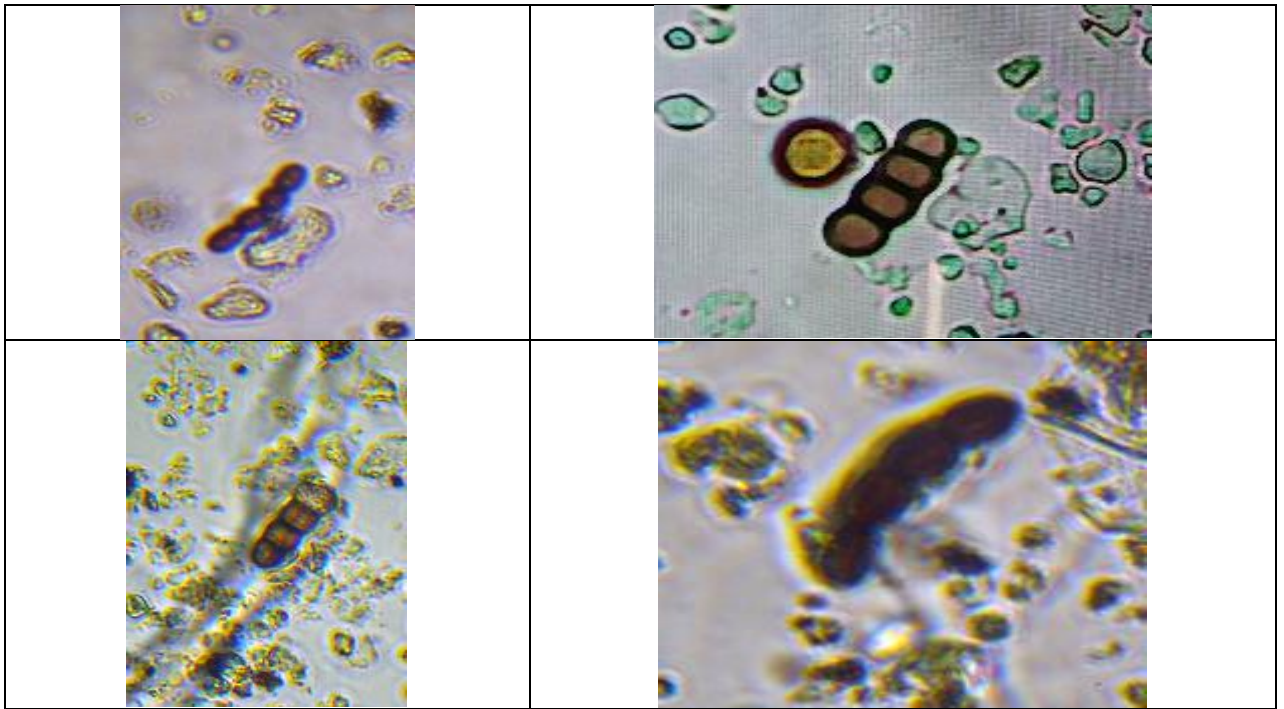
*Aureobasidium*



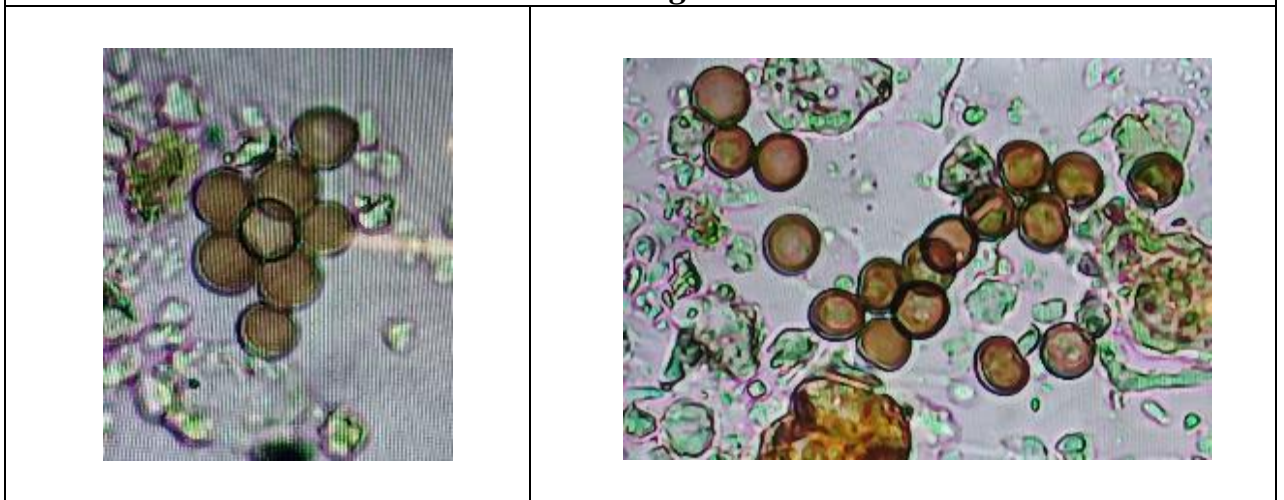


	
	
<i>Puccinia</i>	
	
<i>Epicoccum</i>	<i>Polythrincium</i>
	
<i>Torula</i>	

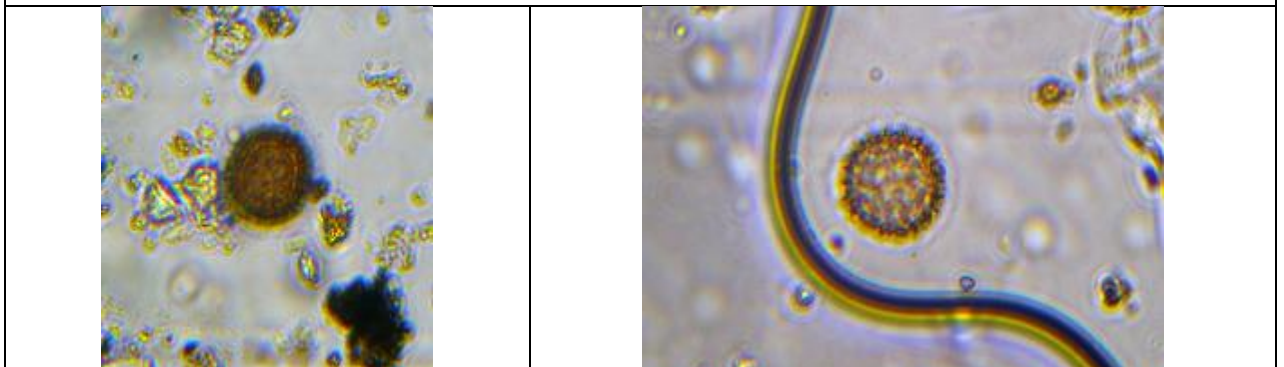


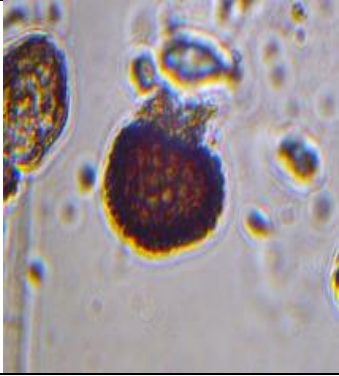


*Ustilago*

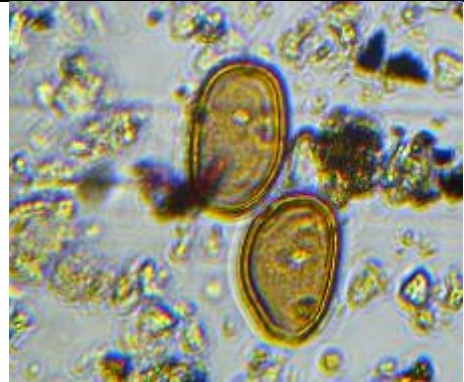
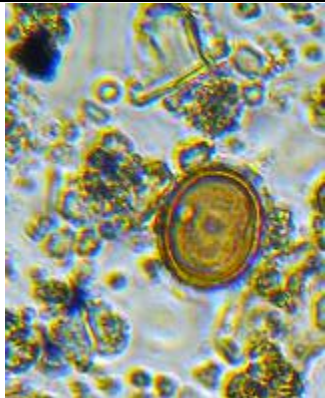
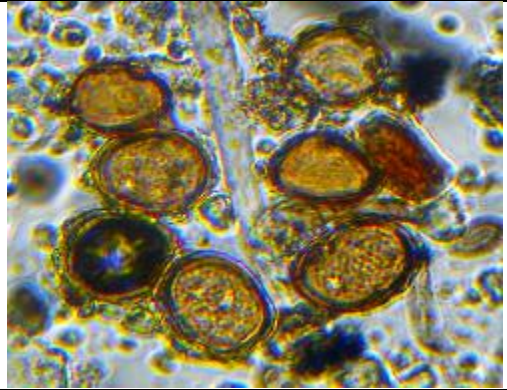
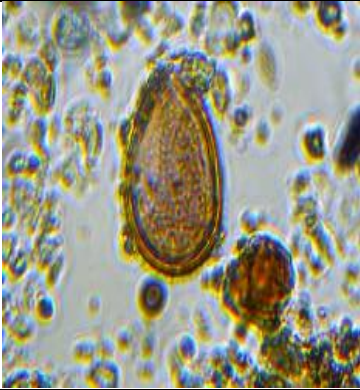


*Tilletia*




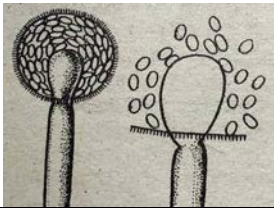




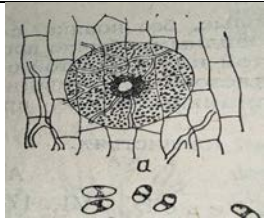
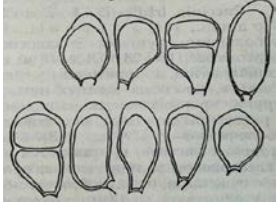
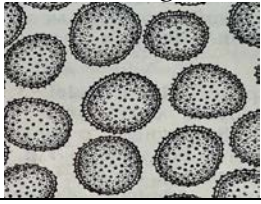
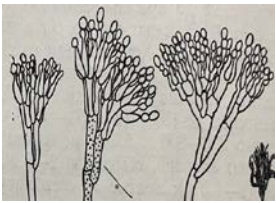
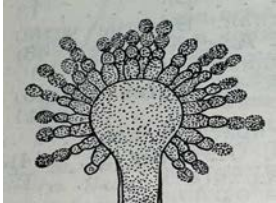
*Botrytis*


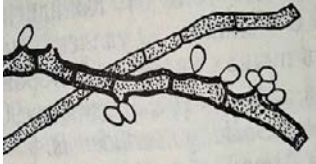
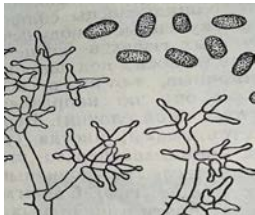
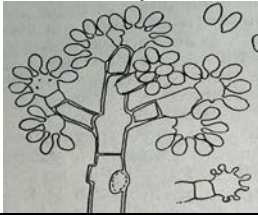




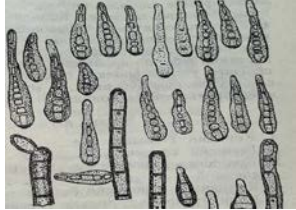
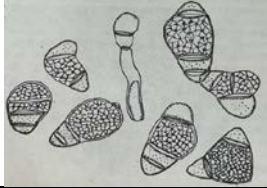
**Приложение 6: Дихотомический определитель воздушных спор грибов  
под микроскопом**

1	Гифы отсутствуют. Колонии мелкие, шаровидные и блестящие, обычно белые и маслянистые.	2
	Гифы есть. Колонии бесцветные или окрашенные.	3
2	Колонии из мелких клеток, 0,5–2,0µm в диаметре, отдельные одиночные клетки не видны в СМ.	<i>Бактерии</i> 
	Колонии из клеток 3–10µm диаметром, отдельные клетки видны в СМ.	<i>Дрожжи</i> 
3	Мелкие клетки (споры) на ножке сверху или гифы имеются при анализе под СМ. Споры могут иметь сумку или быть круглыми.	4
	Споры невидимые, колонии и окрашенный мицелий видны в СМ.	<i>Стерильные грибы</i>
4	У гифов отсутствуют перегородки (при рассмотрении окрашенных молодых гиф под СМ). Споры в мешочках.	5
5	Споры одноклеточные от 4 до 8 мкм, с неровной поверхностью (гладкой, колючей или сетчатой), сферические по форме. Споры собраны в спорангии или освободились из них, гифы с короткими темными «проростками» в агаре.	<i>Rhizopus</i> 
	Споры собраны в спорангии, гифы не имеют «проростков» в агаре.	<i>Mucor</i> 
6	Споры продуцируются в сложных пикнидах (кувшинообразное вместилище у ржавчинных грибов).	<i>Phoma</i>



		
	Споры шаровидные или овальные, одиночные, не соединенные с друг другом, могут быть одноклеточными или многоклеточными.	<i>Puccinia</i> 
	Споры шаровидные, одиночные, не соединенные с друг другом, могут быть одноклеточными или многоклеточными.	<i>Ustilago</i> 
	Споры формируют свободные гифы	7
7	Споры содержат отдельные клетки без внутренних перегородок.	8
	Большинство спор имеют перегородки, а у незрелых спор они отсутствуют.	14
8	Споры собраны в сухие цепочки, когда не распространяются	9
	Споры собраны в группы или грозди, иногда выглядят влажными.	12
9	Цепочка спор неветвистая	10
	Цепочка спор ветвистая	11
10	Цепочка спор образует кистевидный кластер, каждая цепочка имеет бутыловидную фиалиду.	<i>Penicillium</i> 
	Конечная цепочка из спор заканчивается фиалидами с радиальной утолщенной везикулой Колонии часто имеют отличительные цвета, иногда развиваются закрытые аскокарпии.	<i>Aspergillus</i> 
11	Колонии от темно оливкового цвета до абсолютно черного цвета, сухие споры, шаровидные.	<i>Cladosporium</i>

		
12	Колонии плоские, жирные и блестящие, когда молодые, с возрастом становятся темными.	<i>Aureobasidium</i> 
	Колонии сплюснутые, обычно серые или зеленые.	13
13	Масса спор зеленого цвета. Споры белого цвета, когда незрелые, находятся в почве. Стеригмы бутыльчатые или кеглевидные.	<i>Trichoderma</i> 
	Споры размером не более 10 мкм., бесцветные, дымчатые или буроватые. Колонии растущие и открытые.	<i>Botrytis</i> 
14	Споры с вертикальными и горизонтальными стенками, от темного до черного цвета.	15
	Споры со стенками только в одном направлении, могут быть светлыми или темными.	17
15	Споры имеют полусферическую форму, в виде коричневых конидий с множественными перегородками. В культуре формирует характерный оранжевый или цвета ржавчины пигмент.	<i>Epicoccum</i> 
	Споры с продольными и латеральными стенками, когда созревают.	16
16	Споры коричневые, размером не более 10 мкм. Одиночные споры формируют ветвистые цепочки, молодые - клювовидные, разной длины, темноокрашенные, с поперечными и продольными перегородками.	<i>Alternaria</i> 

	Споры одиночные, продолговатые, на концах закругленные, эллиптические, более или менее оливково-коричневые, с поперечными и продольными перегородками.	<p><i>Stemphylium</i></p> 
17	Споры изгибаются, могут быть темными или бледными.	18
	Споры одиночные, цилиндрические или шиловидные, от почти бесцветных до коричневых, более чем 100 мкм в длину с заметными поперечными перегородками.	<p><i>Helminthosporium</i></p> 
18	Споры веретеновидно-серповидные, суженные к обоим концам. Колонии белые, бело-розовые, красные, светло-кремовые, пушистые с изогнутыми спорами, имеющие одну или много перегородок.	<p><i>Fusarium</i></p> 
	Споры одноклеточные, одиночные, шаровидные или почти шаровидные, с оливковой или темно-коричневой оболочкой, покрытой сетчатыми утолщениями.	<p><i>Тиллеция</i></p> 
	Колонии распростерты, коричневые, серые или черные. Конидии одиночные, часто согнутые, булавовидные, с 3 и большим числом поперечных перегородок.	<p><i>Curvularia</i></p> 
	Колонии темные, споры короткие, трехклеточные, с центральной клеткой больше, чем остальные.	<p><i>Другие</i></p>

Рисунки спор грибов адаптированы из Пидопличко Н. М. [175

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### *Ассортимент древесно-кустарниковых пород, рекомендуемых для озеленения города Каракол*

Древесно-кустарниковые породы	средняя высота, м	долговечность, лет	Декоративные качества	форма кроны	окраска листьев (осенняя), хвоя	цветы и соцветья	плоды	Устойчивость		
								пригодность формовки	затемнению	к засолению почв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Хвойные породы</b>										
Биота восточная	10	150	пирамидальная	зелено-бурая	-	-	+	+	-	+
Лжетсуга Мензиеса	100	500	конусовидная	светло-зеленая	-	+	-	-	-	-
Ель канадская	20	350	конусовидная	серебристая	+	+	+	+	-	-
Ель колючая	25	500	конусовидная	голубая	+	+	+	+	-	+
Ель европейская	25	300	конусовидная	темно-зеленая	+	+	+	+	-	-
Ель восточная	25	250	конусовидная	зеленая	+	-	-	+	-	-
Ель тянь-шаньская	35	450	узко конусовидная	зелено-серебрист	+	+	+	+	-	-
Лиственница опадающая	35	500	широко конусовидная	светло-зеленая	+	-	-	-	-	+
Лиственница сибирская	40	350	конусовидная	ярко-зеленая	+	-	-	-	-	+
Можжевельник виргинский	15	100	пирамидальная	темно-зеленая	-	+	+	+	+	+

Можжевельник полушаровидный	10	200	широко округлая	светлая	-	-	+	-	-	+
Можжевельник казацкий	1,5	150	стелющаяся	зеленая	-	-	+	+	-	+
Можжевельник сибирский	8	100	конусовидная	серо-зеленая	-	-	+	+	+	+
Можжевельник заревшанский	10	250	конусовидная	зеленая	-	-	+	+	-	+
Пихта белая	40	350	конусовидная	темно-зеленая	-	+	-	+	-	-
Пихта Семенова	30	300	конусовидная	темно-зеленая	-	+	-	+	-	-
Пихта сибирская	30	150	узко конусовидная	темно-зеленая	-	+	-	+	-	-
Сосна желтая	50	500	конусовидная	темно-зеленая	-	+	-	-	-	+
Сосна кедровая сибирская	30	500	яйцевидная	темно-зеленая	-	+	-	-	-	-
Сосна Палласова (крымская)	40	300	раскидистая	темно-зеленая	-	-	-	-	-	-
Туя западная	20	150	пирамидальная	зелено-бурая	-	-	+	+	-	+
<b>Лиственные породы</b>										
Абрикос обыкновенный	8	100	раскидистая	красно-оранжевая	+	+	+	-	-	+
Айва обыкновенная	8	80	раскидистая	желтая	+	+	-	-	-	+
Акация белая	25	100	раскидистая	желтая	+	-	+	-	-	+
Береза повислая	20	80	плакучая	желтая	-	-	-	-	-	+
Береза пушистая, белая	15	100	продолговатая	желтая	-	-	-	-	-	+
Боярышник алтайский	5	250	раскидистая	желтая	+	+	+	-	-	+
Боярышник кроваво-красный	6	300	овальная	красная	+	+	+	-	-	+
Вишня обыкновенная	7	80	шаровидная	красноватая	+	+	+	+	-	+
Вяз гладкий	25	200	овальная	желто-бурая	-	-	+	+	+	-
Вяз перистоветвистый	20	150	шатровидная	желтая	-	-	+	+	-	+
Груша обыкновенная	20	300	пирамидальная	оранжевая	+	+	+	-	-	+
Дуб черешчатый	30	400	шатровидная	бронзовая	-	-	-	-	-	+
Дуб монгольский	17	200	шатровидная	бронзовая	-	-	-	-	-	+
Ива вавилонская	12	60	плакучая	желтая	-	-	+	-	-	-
Ива белая	20	100	шатровидная	желтая	-	-	+	-	-	-
Ива матсудана, ф. спиральная	15	80	шатровидная	желтая	-	-	+	-	-	-



Каштан конский	25	250	округлая	желтая	+	+	-	-	-	-
Клен остролистный	30	300	округлая	желтая	-	-	+	+	-	-
Клен полевой	15	100	округлая	желтая	-	-	+	+	-	+
Клен ясенелистный, негундо	20	80	раскидистая	пестро-желтая	-	-	+	+	+	+
Клен татарский	8	100	округлая	красно-фиолетов	+	+	+	+	+	+
Липа мелколистная	30	300	овальная	золотисто желтая	+	-	+	-	-	-
Лох узколистный	8	80	раскидистая	серебристая	+	+	+	-	+	+
Орех грецкий	30	300	шатровидная	желтая	-	+	-	-	-	-
Облепиха крушиновидная	15	80	раскидистая	бронзовая	-	+	+	-	-	+
Персик обыкновенный	6	60	раскидистая	оранжевая	+	+	-	+	-	-
Рябина обыкновенная	8	80	овальная	красная	+	+	+	-	-	-
Слива домашняя	10	100	яйцевидная	желтая	+	+	+	+	-	+
Тополь Болле	30	120	овальная	желтая	-	-	-	-	-	+
Тополь черный	25	100	колонновидная	желтая	+	-	-	+	-	+
Тополь пирамидальный	40	120	пирамидальная	желтая	+	-	-	-	-	+
Тополь белый	30	100	овальная	желтая	-	-	-	-	-	+
Тополь лавролистый	25	100	яйцевидная	желтая	-	-	-	+	+	+
Тополь дрожащий, осина	20	100	пирамидальная	лимон-желтая	-	-	-	+	-	+
Черемуха магалепка, антипка	8	100	раскидистая	желтая	+	+	-	+	-	+
Черемуха виргинская	10	100	яйцевидная	красноватая	+	+	-	-	-	+
Черемуха кистевая	10	100	раскидистая	желтая	+	+	-	-	-	+
Яблоня домашняя	10	30	раскидистая	бронзовая	+	+	-	-	-	+
Яблоня Недзвецкого	6	100	раскидистая	пурпурная	+	+	-	-	-	+
Ясень обыкновенный	30	250	овальная	желтая	+	+	+	+	-	+
<b>Кустарники</b>										
Аморфа кустарниковая	3	60	раскидистая	желтая	+	-	+	-	+	+
Арония черноплодная	3	70	овальная	красная	+	+	-	+	-	+
Барбарис обыкновенный	2	50	овальная	желто-красная	+	+	+	-	-	+
Барбарис разножковый	2	50	овальная	золотисто	+	+	+	-	-	+

				красная						
Бюрючина обыкновенная	3	60	пирамидальная	зелено-фиолетовая	+	+	+	+	-	+
Буксус колхидский, самшит	1,5	200	раскидистая	темно-зеленая	-	-	+	+	-	+
Бузина кистистая, красная	3	30	округлая	желтая	+	+	-	+	-	+
Бузина черная	4	30	округлая	желтая	+	+	-	+	-	+
Вишня тянь-шанская	1	50	распростертая	красно-бурая	+	+	+	+	-	+
Дрок красильный	1	30	сноповидная	желтая	+	-	+	-	+	+
Гребенщики, тамарикс	3	80	раскидистая	желтая	+	+	+	-	+	+
Дерен красный, свидина	3	50	раскидистая	красно-коричневая	+	-	+	+	-	+
Жимолость татарская	3	60	сноповидная	желтая	+	+	+	+	-	+
Ежевика сизая	1	30	стелющаяся	желтая	-	+	+	+	+	-
Ирга обыкновенная	3	50	раскидистая	красно-оранжево	+	+	+	+	-	+
Калина-гордовина	3	50	овальная	красная	+	+	+	+	+	+
Калина обыкновенная (бульденеж)	3	50	округлая	красно-оранжево	+	+	+	-	-	-
Карагана гривистая	2	50	раскидистая	желтая	-	-	+	-	-	-
Карагана древовидная, желт. акация	4	50	ажурная	желтая	+	+	+	+	+	+
Кизильник многоцветковый	2	60	овальная	красноватая	+	+	+	+	-	-
Малина обыкновенная	1,5	2	раскидистая	желто-красная	-	+	+	+	-	-
Пузыреплодник калинолистный	3	50	сноповидная	желто-зеленая	+	-	+	+	-	+
Розы парковые (шиповники)	2	50	сноповидная	красно-коричневая	+	-	+	-	-	+
Сирень обыкновенная	5	100	овальная	желтая	+	-	+	-	-	+
Сирень венгерская	4	80	раскидистая	желтая	+	-	+	-	-	+
Сирень амурская	5	100	овальная	желтая	+	-	+	-	-	+
Скумпия, париковое дерево	5	80	овальная	карминовая	+	+	+	-	+	+
Смородина золотистая	3	30	овальная	красно-желтая	-	+	+	+	-	+
Снежнаягодник белый	1,5	50	овальная	желто-зеленая	-	+	-	+	-	-
Таволга городчатая	1	20	сноповидная	красно-бурая	+	-	+	-	-	+
Таволга зверобоелистная	1,5	20	сноповидная	красно-бурая	+	-	+	+	-	+

Таволга сиренцеватная	2	20	сноповидная	красно-бурая	+	-	+	-	-	+
Форзиция пониклая	2	40	овальная	бронзовая	+	-	+	-	-	-
Чубушник обыкновенный	3	70	овальная	желтая	+	-	+	+	-	+

Примечание. Знаком "+" отмечены декоративность органов растений и рекомендуемые к использованию, знаком "-" отмечены незначительная декоративность органов растений и не рекомендуемые к использованию.