

**Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение средняя  
общеобразовательная школа имени Героя Советского Союза В.С. Куркова п.  
Бытошь Дятьковского района Брянской области**

242670 п. Бытошь  
Дятьковский р-он, Брянской обл.,  
ул. Ленина, 61

Телефон:  
4-92-81  
E-mail: bitochschool@yandex.ru

**Всероссийский конкурс школьных лесничеств имени Г. Ф. Морозова**

Брянская область, пгт. Бытошь  
Школьное лесничество «Березка»

**Исследовательская работа  
на тему:  
«Эколого-биологические особенности сосны обыкновенной в условиях  
техногенного загрязнения в насаждениях п. Бытошь Дятьковского района  
Брянской области»**

Работу выполнила: ученица 10 А класса  
МАОУ Бытошская СОШ  
Олонцева Алёна Владимировна

Руководитель: Милютин Юлия Анатольевна –  
руководитель школьного лесничества «Березка»  
МАОУ Бытошская СОШ

2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВЕДЕНИЕ .....	3
1.ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	6
2.МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ .....	11
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ .....	17
4.ВЫВОДЫ .....	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	24
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	25

## ВЕДЕНИЕ

Россия — самая многолесная страна мира, обладающая почти четвертью всех лесов планеты. Уникальным лесным массивом России является Брянская область. Соединяя в себе две природные зоны (широколиственных и смешанных лесов), здешняя природа отличается богатством и разнообразием. Большая территория нашей области принадлежит лесам, в которых царствуют хвойные растения. Основной лесообразующей породой хвойных лесов Брянщины является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). В лесном хозяйстве Брянской области ей принадлежит одно из первых мест.

Сосна — удивительное дерево, одно из самых ценных хвойных деревьев. Очень велико оздоровительное значение сосновых лесов. Воздух соснового леса содержит в себе в 10 раз меньше бактерий, чем лиственный. Сосна является одним из древнейших лекарственных растений. Её пыльца способна излечить даже самую тяжелую форму туберкулеза, смола издавна используется для укрепления зубов и дёсен, а сосновый мёд является полезным для взрослых и детей. Сосновый лес - это важнейший фактор в экологическом равновесии биосферы, состав, структура и энергетика которой обусловлены в основном деятельностью живых организмов. Сосновый лес - крупнейший накопитель солнечной энергии и биологической массы, он очищает околоземную атмосферу, регулирует сток воды, влияет на тепловой режим. И, наконец, сосновый лес - это здоровье и отдых людей, источник разнообразного ценнейшего сырья.<sup>1</sup>

**Актуальность.** Общеизвестно, что одной из основных экологических проблем современности является загрязнение экосистем, определяющее изменение многих их параметров. В современных условиях природная среда подвержена комбинированному техногенному загрязнению. Серьёзной научной проблемой является влияние промышленных и автотранспортных выбросов на состояние лесных насаждений. Для оценки уровня загрязнения и воздействия среды на живые объекты используют различные биоиндикаторы, среди которых широко применяется такой растительный древесный объект, как сосна обыкновенная, которая признана перспективным видом для контроля загрязнения окружающей среды. Данный вид устойчив к действию естественных биотических и абиотических стрессоров. Преимущество этого объекта связывают с широким распространением, использованием в озеленении, лесоразведении и возможностью анализировать различные показатели.

Раннее выявление жизненного состояния растений и состояние мужской генеративной сферы приобретает важное практическое значение для предотвращения деградации насаждений и сохранения их функций в окружающей среде.

---

<sup>1</sup> <http://glazastik.com/значение-хвойных-природе-жизни>

В данной работе будет исследовано состояние сосны обыкновенной на участках с разным уровнем техногенного загрязнения п. Бытошь Дятьковского района Брянской области.

Название работы: «Эколого-биологические особенности сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения в насаждениях п. Бытошь Дятьковского района Брянской области».

**Целью работы** является исследования эколого-биологических особенностей сосны обыкновенной на объектах, подвергающихся разному уровню воздействия техногенных факторов.

Для реализации намеченной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить биологические и экологические особенности сосны обыкновенной
2. Изучить влияние промышленных и автотранспортных выбросов на качество пыльцы сосны обыкновенной.
3. Определить относительное жизненное состояние насаждений сосны обыкновенной в пределах исследуемых участков.
4. Используя данные предшествующих исследований и рассчитанные показатели жизненного состояния древостоев, проанализировать влияние техногенного загрязнения на состояние сосны обыкновенной.
5. Изучить состояние мужской генеративной сферы сосны обыкновенной.
6. Проанализировать экологические и биологические особенности сосны обыкновенной, в зависимости от уровня воздействия техногенных факторов.

При этом была сформулирована **гипотеза**, что условия повышенной плотности промышленных объектов и интенсивного развития автомобильного транспорта оказывают глубокое влияние на генеративные органы сосны обыкновенной, а также на жизненное состояние насаждений.

Данная исследовательская работа является продолжением работы, написанной в 2021 году по изучению влияния экологических факторов на биологические особенности, количественные показатели шишек и семенную продуктивность сосны обыкновенной. В ее основу положены материалы и выводы прошлой работы, а также новый исследуемый материал, собранный в период с марта по май 2022 года. В качестве материала для исследования послужили мужские шишки сосны обыкновенной с уже созревшей пылью в начале массового пыления. Исследование проводилось на территории п. Бытошь Дятьковского района Брянской области.

**Объектом исследования** послужили деревья сосны обыкновенной, широко произрастающие в лесах Дятьковского района и его окрестностях. Были изучены растения в зонах с различной техногенной нагрузкой. Исследования проводили на трёх участках, а именно: в посадках, произрастающие в лесном массиве, в придорожных посадках вдоль автомобильных дорог, и в насаждениях в центре поселка.

**Физико–географическая характеристика района исследования**

По лесорастительному районированию леса Дятьковского района относятся к зоне хвойно – широколиственных лесов.

Климат Дятьковского района является умеренно-континентальным, с теплым летом и умеренно-холодной зимой. Среднегодовая температура воздуха + 4,7° С, абсолютная максимальная + 35° С, абсолютно минимальная – - 35° С. Низкое атмосферное давление обуславливает значительное количество выпадающих осадков, особенно в осеннее - зимние периоды. В среднем за год выпадает 564 мм осадков. Последние заморозки весной - конец мая. Первые заморозки осенью - в первой декаде сентября. Глубина промерзания почвы – 70 – 100 см. Продолжительность вегетационного периода в среднем 180 дней (с 16 апреля по 15 октября).

В воздушной массе, которая циркулирует в этом районе, преобладает юго-западное направление ветра. Для таких воздушных потоков свойственны регулярные перемены воздушных течений разной температуры. Данный характер процесса приводит к тому, что погода крайне неустойчивая: летом часто бывают грозы, а зимой нередки оттепели.

Территория Дятьковского района по характеру рельефа представляет возвышенную равнину, слабо расчлененную овражно-балочной сетью с общим пологим склоном с северо – востока на юго-запад.

На территории района преимущественно преобладают дерново-подзолистые, супесчаные, а местами и песчаные почвы.

Природно-климатические условия и рельеф района благоприятствовал довольно густой речной сети. Все реки относятся к бассейну Десны и Днепра. Питаются реки и озера главным образом талыми снеговыми водами и лишь на 15-20 % дождевыми и грунтовыми. Поймы рек сильно заболочены и заторфованы. Ландшафт поймы представлен обширными луговыми угодьями.

Растительность Дятьковского района разнообразна. Район в основном лежит в лесной зоне с преобладанием смешанных лесов. В составе лесов имеются массивы хвойных пород 40 %, более 50 % лесного фонда представлены березняками, 10 % ольшаники и осиновые насаждения.

Леса района богаты лекарственными растениями, грибами, плодами и ягодами.

На территории Дятьковского района широко распространены луга. Они представлены как бедными, с низкой продуктивностью, суходолами, так и богатыми пойменными лугами с большим запасом кормовых трав.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Лесохозяйственный регламент Дятьковского лесничества Брянской области /Б.: Брянское управление лесами - 2018.- 377 с.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования в работе – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – дерево из рода сосна (*Pinus*) семейства сосновые (*Pinaceae*) порядка сосновые (*Pinales*) подкласса хвойные (*Pinidea*) класса хвойные (*Pinopsida*) отдела голосеменные (*Gymnosprmae*). Ареал распространения сосны обусловлен способностью произрастать в районах с резко различающимся тепловым режимом, и простирается от крайнего Севера ( $t = -50^{\circ}\text{C}$ ) до субтропических районов ( $t = +50^{\circ}\text{C}$ ). Обладая обширным ареалом и произрастая в столь различных условиях, сосна имеет много морфологических форм и экологических типов.

Сосна обыкновенная – вечнозеленое дерево, с периодом жизни 150-500 лет. Средняя высота растения 20-45 м. Ствол прямой, высокоочищенный от ветвей, покрыт снизу буровато-серой с глубокими бороздами толстой корой. В верхней части ствола, кора красноватая, отслаивающаяся тонкими пленками. Крона дерева высоко поднятая, до 10-15 лет конусовидная, ажурная, позже приобретает округлую форму с горизонтальными ветвями. Побеги у сосны двух видов – удлиненные и укороченные, но ассимилирующая хвоя образуется только на укороченных побегах.<sup>3</sup>

Хвоя сосны темно - зеленого цвета, с плотным расположением, иголки собраны в пучки из 2 шт. Хвоинки в длину от 4 до 7 см, на конце заостренные, с тонкой продольной полоской посередине. Средний срок ее жизни составляет 2-3 года. Продолжительность жизни хвои увеличивается по направлению с юга к северной границе ареала сосны.<sup>4</sup>

Сосны светолюбивы, отрицательно реагируют на затенения. Сосна обыкновенная довольно пластичная порода по отношению к климатическим факторам и плодородию почвы. Мощная корневая система с сильными боковыми корнями способна укореняться, и расти на песчаных дюнах и склонах, на болотах и даже на голых скалах. Строение корневой системы зависит от природно-экологических факторов. Ряд исследований проведенных по изучению корневой системы сосны обыкновенной позволил выявить, что на почвах со средней увлажненностью развивается поверхностно-стержневая и поверхностно-стержнево-якорная корневая система с хорошо развитыми боковыми корнями, располагающихся в поверхностном горизонте в первом случае, и с якорными корнями, около стержневого корня – во втором. На почвах с близким залеганием грунтовых вод развивается поверхностная корневая система с хорошо развитыми поверхностными боковыми корнями, стержневой корень отсутствует или слабо развит.<sup>5</sup>

Приспособленность к различным видам почвы обуславливается высокой пластичностью корневой системы, интенсивным ростом корней, способностью охватывать ими более или менее значительную часть почвенной толщи,

---

<sup>3</sup> Крюссман, Г. Хвойные породы/ Г. Крюссман – М.: Лесная промышленность, 1986 – 255с.

<sup>4</sup> <http://dendrology.ru/>

<sup>5</sup> <https://cyberleninka.ru/>

проникать в глубокие слои почвогрунта, преодолевать неблагоприятные по своим свойствам горизонты.

Сосна относится к однодомным древесным породам — женские и мужские генеративные органы образуются на одном и том же дереве, причем первые сосредоточены преимущественно в верхней части кроны. Мужские колоски длиной 5-7 мм, яйцевидные, на коротких ножках, скучены у основания молодых побегов, желтого цвета. Женские длиной 5-6 мм, овальные, красноватые, на коротких ножках, на молодых побегах, разбросаны по кроне дерева.<sup>6</sup>

Плодоносить дерево начинает к 15-30 годам. Мужские колоски появляются из почек на 2-3 дня раньше женских. При опадении мужских колосков на побеге остаются обнаженные места, что позволяет иногда устанавливать годы цветения в прошлом. Цветение у сосны обычно начинается в середине мая. Репродуктивные органы хвойных носят название стробилы. Мужские стробилы продуцируют пыльцу и называются микростробилы, а женские формируют после опыления плоды и именуется мегастробилы. Женские и мужские соцветия распределяются в кроне неравномерно. Женские соцветия распределяются преимущественно в верхней и средней частях кроны (лучше освещенных), мужские соцветия – расположены в основном в нижних частях кроны. Количество мужских соцветий в 6 раз больше, чем женских, и в годы слабого цветения это соотношение увеличивается. Один гектар взрослого насаждения сосны обыкновенной продуцирует до 20 кг мужской пыльцы. Пыльцевые зерна, снабженные воздушными мешками, перемещаются по воздуху на значительное расстояние. В период цветения сосны по краям подсыхающих луж образуется желтоватый ободок, вызывая необоснованную тревогу у некоторых жителей, принимающих пыльцу сосны за следы промышленных выбросов. Следует отметить, что пыльца сосны не считается выраженным аллергеном.<sup>7</sup>

Пыльца сосны обыкновенной состоит из двух основных слоев внешнего, более толстого – экзины и относительно тонкого внутреннего – интины. Экзина состоит из особого стойкого высокомолекулярного вещества – спорополленина, способного выдерживать крайние температурные и химические воздействия. Очень часто экзина несет специальные выросты и скульптурные утолщения, характерные для вида растения. Интина представляет собой внутренний слой оболочки пыльцевого зерна. В виде тонкой пленки из целлюлозы и пектина. Под защитной оболочкой микроспоры формируется мужской гаметофит, представляющий собой двухклеточное образование. Микроспоры, содержащие мужской гаметофит, называются пыльцевыми зернами. В процессе образования пыльцы имеет место два типа деления клеток: мейоз и митоз. Загрязнение среды вызывает нарушение в процессах мейоза и митоза, в распределении

---

<sup>6</sup> Галкина М.А., Сперанская Н.Ю. Хвойные растения зеленых насаждений г. Барнаула. Барнаул, 2004 – 106 с.

<sup>7</sup> Чернышов М.П., Арефьев Ю.Ф., Титов Е.В., Беспаленко О.Н., Дорофеева В.Д., Кругляк В.В., Пятых А.М. Хвойные породы в озеленении Центральной России / Под общей редакцией профессора М.П. Чернышова.— М.: Колос, 2007.-328 с., цветн. илл.

наследственного материала и синтезе запасных веществ пыльцевого зерна. Пыльца сосны обыкновенной имеет высокую чувствительность к загрязнению среды.

Сосна обыкновенная отличается хорошей опыляемостью. Срок опыления варьируется в зависимости от погодных условий. При ясной солнечной погоде пыльца может разлететься за 3 дня. В дождь этот процесс затягивается<sup>8</sup>

Наибольшее количество женских соцветий, как правило, сосредоточено в верхней части кроны дерева. После опыления чешуйки пригибаются к стержню, и женский стробил вновь закрывается. Попавшее в семяход пыльцевое зерно остается без изменения в течение трех недель, лишь к концу мая или в начале июня прорастает в пыльцевую трубку. Весной следующего года шишки начинают быстро расти, и приобретают зеленую окраску. В июне, т.е. через 13 месяцев после опыления, образуется зародыш, а в октябре второго года заканчивается полное развитие шишки, они сразу раскрываются и разбрасывают семена – крылатые орешки.. Шишки в незрелом состоянии темно-зеленого оттенка, в зрелом – коричневатые, длиной 3-6 см и объемом 2-3 см. Средняя длина семян 3-4 мм (Масса 1000 семян колеблется от 3,7 до 8,16). Число полных семян и количество семян в шишке зависят от ряда сложившихся факторов. Первостепенный фактор – климатический, отмечено, что в условиях континентального климата качество семенного материала выше, чем в областях с влажным климатом. Вторым фактором, оказывающим влияние на характеристику семян – техногенное загрязнение. Следовательно, созревание семян происходит через 18 месяцев после цветения. Вот почему осенью на побегах текущего года имеются часто маленькие однолетние шишечки, а на прошлогодних — двулетние шишки.

Сосна обыкновенная является классическим объектом популяционной генетики и экологии и, благодаря своей высокой чувствительности, имеет длинную историю экологических исследований, а также она является видом, реагирующим на загрязнение окружающей среды продуктами техногенеза.

На ухудшение жизненного состояния сосны обыкновенной влияет комплекс факторов, но решающим фактором является загрязнение. Реакции сосны обыкновенной на наличие загрязняющих веществ в воздухе и почве специфичны и отражают общий уровень загрязнения среды химическими веществами различной природы. К основным источникам техногенного происхождения относятся промышленные предприятия, а также выбросы автотранспорта.<sup>9</sup>

В процессе загрязнения насаждений пылегазовыми выбросами в сосновых растениях, прежде всего, отмечается увеличение общего азота и свободных аминокислот, деструкция, изменение ферментативной активности. Происходящие в растениях под действием промышленных выбросов биохимические изменения в итоге приводят к ингибированию фотосинтеза.

---

<sup>8</sup> <http://dendrology.ru/>

<sup>9</sup> Носкова, Н.Е. Влияние стресса на репродуктивные способности сосны обыкновенной / Н.Е. Носкова, И.Н. Третьякова // Хвойные бореальной зоны. – 2006. – Вып. 3. – № 1. – С. 54–63.

Отмечено также, что важной причиной отсутствия опыления и оплодотворения семян сосны и ухудшения посевных качеств семян является сниженное качество пыльцы. Пыльца сосны обыкновенной имеет высокую чувствительность к загрязнению среды. На качество пыльцы сосны обыкновенной оказывает влияние действие физических и химических факторов на окружающую среду.<sup>10</sup>

К загрязнителям среды относят диоксид серы, хлор, фенол, оксиды азота, оксид углерода, тяжёлые металлы и т.д., которые оказывают сильное влияние на различные стороны метаболизма растений, в том числе микроспорогенез. Среди них наиболее опасным является диоксид серы, образующийся при сгорании серосодержащего топлива. На генеративное развитие сосны, влияет близкое расположение к заводам, стоянкам транспорта и автодорогам.<sup>11</sup>

Под влиянием промышленных эмиссий изменяются размеры и форма пыльцевых зёрен, количество, очертания, их размеры и расположение относительно друг друга.

Способность прорасти и формировать пыльцевые трубки у пыльцы из районов с повышенной техногенной нагрузкой закономерно уменьшается по градиенту загрязнения.<sup>12</sup>

У пыльцевых зёрен сосны под действием физических и химических факторов на окружающую среду проросшие пыльцевые зёрна формируют короткие пыльцевые трубки не более 15–45 мкм в длину, как правило, с развитым каллозным слоем, располагающимся пристеночно и сдавливающим цитоплазму, что затрудняет выход ядра вегетативной клетки и генеративной клетки в трубку и препятствует дальнейшему росту трубки.

Развитие транспорта в последние десятилетия вызвало резкое увеличение загрязнения природной среды тяжёлыми металлами и другими токсикантами, что крайне негативно отразилось на сосновых насаждениях и прежде всего тех, через которые проходят автомобильные дороги. Сосновые насаждения вдоль автотрасс выполняют средовосстанавливающую функцию, балансируют газовый состав воздуха и уровень его загрязнённости, понижают шумовое воздействие. Но эффективность выполняемых ими функций может значительно снижаться, поскольку в результате воздействия выбросов автомобильного транспорта происходит гибель растений, угнетение их развития, снижение биоразнообразия экосистем и их устойчивости к стрессам.

Наиболее чувствительны к стрессовым условиям окружающей среды генеративные органы сосны обыкновенной. Генеративная сфера сосны обыкновенной, формирующая будущее потомство, подвержена воздействию аэрополлютантов. Атмосферные загрязнения оказывают значительное влияние

---

<sup>10</sup> Кравец, Е.А. Влияние УФ-Б облучения на репродуктивную функцию растений *Hordeum vulgare* L. / Е.А. Кравец, Д.М. Гродзинский, Н.И. Гуца // Цитология и генетика. – 2008. – № 5. – С. 9–15.

<sup>11</sup> Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование/ О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсева и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 – 288 с.

<sup>12</sup> Третьякова, И.Н. Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса / И.Н. Третьякова, Н.Е. Носкова // Экология. – 2004. – № 1. – С. 26–33.

на жизнеспособность пыльцы. Формирование зачатков микростробилов начинается в год, предшествующий «цветению», после окончания линейного роста побегов, что позволяет токсикантам оказывать длительное воздействие на данные органы.<sup>13</sup>

Масштабы повреждения лесных насаждений выбросами промышленных предприятий свидетельствуют о том, что загрязнение становится основным лимитирующим, а в отдельных случаях и летальным фактором окружающей среды для жизнедеятельности растительных организмов. Самыми уязвимыми к атмосферному загрязнению воздуха являются сосна обыкновенная.

Атмосферные загрязнения оказывают негативное влияние на жизнеспособность пыльцы.

Под влиянием интенсивных техногенных нагрузок у сосновых растений отмечается сокращение продолжительности вегетации, низкий процент относительного жизненного состояния древостоев и ухудшение качества пыльцы.<sup>14</sup>

Анализ литературных источников по теме исследования в полной мере показывает биологические и экологические особенности сосны обыкновенной, влияние промышленных и выхлопных газов на качество генеративных органов и позволяет использовать сосну надежным биоиндикатором для контроля загрязнения окружающей среды.

---

<sup>13</sup> Рунова Е.М. Влияние промышленных выбросов на прирост хвойных насаждений/ Е.М. Рунова, С.А. Чжан, О.А. Пузанова //Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч.тр. по итогам междунар. Науч.- тех. Конф.- Брянск: БГИТа, 2005 .- Вып.10- С.129-131.

<sup>14</sup> <https://www.booksite.ru/>

## 2.МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работы по изучению эколого-биологических особенностей сосны обыкновенной проводили в древостоях, произрастающих в пределах п. Бытошь Дятьковского района Брянской области на территории с различной экологической нагрузкой. Участки для исследования использовались те же, что и при написании исследовательской работы 2021 года по изучению влияния экологических факторов на биологические особенности, количественные показатели шишек и семенную продуктивность сосны обыкновенной. Исследования проводились в посадках, произрастающие в лесном массиве, в придорожных посадках вдоль автомобильных дорог и в насаждениях в центре поселка. Работа проводилась с марта по май 2022 года.

Для успешной реализации нашего исследования мы выбрали оптимально подходящий объект исследования и методику, удовлетворяющую всем требованиям биондикации.

В Дятьковском районе в качестве биоиндикатора сосна обыкновенная оказалась наиболее удобным объектом исследования: широкое распространение, большое количество пыльцы, несложное и равномерное её отделение из пыльников, высокая чувствительность пыльцы к техногенному загрязнению.

Основными методами, которыми я пользовалась при сборе данных для исследований, являются:

1. Метод детального обследования деревьев.
2. Метод учета жизнеспособности пыльцы
3. Метод учета морфометрических показателей пыльцы.
4. Метод статистической обработки.

Для проведения эколого-биологических исследований сосны обыкновенной в полевой период конец марта 2022 г. в исследуемых участках было проведено детальное обследование деревьев сосны обыкновенной. Обследование проводили по общепринятой методике на трех участках, отличающимися уровнем техногенного воздействия. На каждом участке обследовали по 10 деревьев. Первоначально на каждом участке делали описание насаждений, используя таксационные описания и картографический материал по лесному фонду Бытошского участкового лесничества.

Характеристика участков исследования.

Участок № 1. Насаждения сосны обыкновенной, произрастающие в лесном массиве. Данный участок расположен в квартале 60, выделе 41 Согласно таксационному описанию состав в данном выделе следующий 10С. тип леса – полевой. Группа типов леса сложная. Тип лесорастительных условий С2. Древостой 1 класса бонитета, полнота 1,0. Почва дерново–подзолистая.

Участок № 2. Насаждения сосны обыкновенной, произрастающие вдоль автомобильных дорог. Данный участок расположен в квартале 58, выделе 8 Согласно таксационному описанию состав в данном выделе следующий: 9С1Е, тип леса - кислично–зеленчуковый. Группа типов леса кисличная. Тип лесорастительных условий С3. Почва дерново-подзолистая. Полнота 0,7.

Подлесок редкий: рябина, крушина ломкая. Исследуемые насаждения сосны обыкновенной произрастают в непосредственной близости от транспортной магистрали.

Для описания участка № 3 пользовались глазомерным методом. Точность данного метода во многом зависит от квалификации таксатора, его опыта и знаний закономерностей и связей отдельных таксационных показателей. Для этого мы обратились к сотрудникам Бытошского участкового лесничества. С их помощью были определены основные таксационные показатели насаждений, произрастающих в центре поселка, такие как состав насаждений, полнота, подлесок.

Тип лесорастительных условий установили по диагностическим признакам; главными из которых являются рельеф и почвенно-грунтовые условия; индикаторами этих условий являются травянистые растения и кустарники.

Используя классификацию Д. В. Воробьева <sup>15</sup>, определили тип лесорастительных условий (Таблица 1).

Таблица 1 - Классификационная (эдафическая) сетка типов лесного участка

Типы местообитаний			Подтипы богатства			
			Бедные А	Относительно бедные В	Относительно богатые С	Богатые D
Подтипы влажности	0	Очень сухие	A <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	D <sub>0</sub>
	1	Сухие	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>
	2	Свежие	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>
	3	Влажные	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>
	4	Сырые	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	D <sub>4</sub>
	5	Мокрые	A <sub>5</sub>	B <sub>5</sub>	C <sub>5</sub>	D <sub>5</sub>

Тип леса установили по преобладающей породе, а в ее пределах - по наличию других растений, образующих ярусы (подлесок), также учитывая почвенно - грунтовые условия.

Используя схему типов лесов Брянской области определили группу типов леса.

Участок № 3. Насаждения сосны обыкновенной, произрастающие в центре поселка Насаждения данного участка произрастают в поселке Бытошь по улице Ленина. Состав в данном участке следующий 6С2ЛИП1Б1ОС, тип леса – липовый. Группа типов леса сложная. Тип лесорастительных условий С2. Полнота 0,3. Почва дерново–подзолистая. Подлесок редкий: липа, рябина. В центре поселка Бытошь расположен завод ООО «Микросфера», основным видом деятельности которого является производство и обработка прочих стеклянных изделий, включая технические изделия из стекла, а также предприятие ООО «Эпоха-Базальт», основным видом деятельности которого является производство минеральных тепло- и звукоизоляционных материалов и изделий. Исследуемые насаждения сосны обыкновенной произрастают в

<sup>15</sup> Воробьев Д.В. Типы лесов Европейской части СССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1953. 452 с.

непосредственной близости от данных заводов. Сводное таксационное описание насаждений сосны обыкновенной, произрастающих в разных условиях представлено в таблице 2.

Таблица 2 - Таксационное описание исследуемых участков сосны обыкновенной

Таксационное описание исследуемых участков	Насаждения сосны обыкновенной, произрастающие		
	в лесном массиве (участок № 1)	вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	в центре поселка (участок № 3)
Географический пункт	Брянская область, Дятьковский район, п. Бытошь (Петровский)	Брянская область, Дятьковский район, п. Бытошь (Петровский)	Брянская область, Дятьковский район, п. Бытошь
Квартал	60	58	-
Выдел	41	8	-
Состав	10С	9С1Е	6С2ЛИП1Б1ОС
Тип леса	Плв	КИСЗ	ЛИП
Группа типов леса	Сложная	Кисличная	Сложная
Тип лесорастительных условий	С2	С3	С2
Полнота	1,0	0,7	0,3
Подлесок	-	Редкий: рябина, крушина ломкая.	Редкий: липа, рябина.
Почва	Дерново - подзолистая	Дерново - подзолистая	Дерново - подзолистая

При оценке жизненного состояния в качестве основных параметров выбраны интегральные показатели: густота кроны, наличие мертвых сучьев на стволе и степень повреждения хвои в процентном отношении

Категорию состояния деревьев оценивали глазомерно. Последующую оценку состояния лесных культур на участках производили расчётным путём по методике В. А. Алексева.<sup>16</sup>

Визуально определялись густота кроны, наличие мертвых сучьев на стволе и степень повреждения хвои. Относительное жизненное состояние (ОЖС) насаждений определяли по следующей шкале: здоровое насаждение, ослабленное, сильно ослабленное и полностью разрушенное. Для определения ОЖС деревьев была использована вспомогательная таблица 3.

Таблица 3 - Таблица для определения категорий деревьев

Категория дерева	Диагностические признаки		
	Густота кроны, %	Наличие мертвых сучьев, %	Степень повреждения хвои, %
Здоровое	85-100	0-15	0-10
Ослабленное	55-85	15-45	10-45
Сильно ослабленное	20-55	45-65	45-65
Полностью разрушенное	0-20	70-100	70-100

<sup>16</sup> Алексеев В. А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, Ленингр. отд-е, 1990 197 с.

Дерево относится к той категории, на которую указывают либо все три показателя, либо два из трех. Если все три показателя указывают на принадлежность дерева к различным категориям жизненного состояния, то все признаки рассматриваются в комплексе, определяется суммарное повреждение, при этом большое внимание уделяется степени повреждения хвои.

Таблица 4 - Относительное жизненное состояние сосны обыкновенной, произрастающей в разных условиях

Категория дерева	Насаждения сосны обыкновенной, произрастающие		
	в лесном массиве (участок № 1)	вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	в центре поселка (участок № 3)
Здоровое	6	2	3
Ослабленное	4	4	5
Сильно ослабленное	0	2	2
Полностью разрушенное	0	2	0

После суммирования количества стволов деревьев по категориям производится оценка относительного жизненного состояния всего насаждения по следующей формуле (1):

$$L = \frac{(100 \cdot n_1 + 70 \cdot n_2 + 40 \cdot n_3 + 5 \cdot n_4)}{N} \% \quad (1),$$

где L — относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное по числу деревьев;

n<sub>1</sub> — число здоровых деревьев;

n<sub>2</sub> — число ослабленных;

n<sub>3</sub> — сильно ослабленных;

n<sub>4</sub> — количество отмирающих деревьев на участке;

N — общее число исследуемых деревьев на участке.

При показателе от 100 до 85% жизненное состояние древостоя оценивается как здоровое, при 79—50% древостой считается ослабленным, при 49—20% — сильно ослабленным, при 19% и ниже — полностью разрушенным.

Определение жизненного состояния насаждения сосны обыкновенной, произрастающие в лесном массиве

$$L_1 = \frac{(100 \cdot 6 + 70 \cdot 4 + 40 \cdot 0 + 5 \cdot 0)}{10} = 88 \%$$

Определение жизненного состояния насаждения сосны обыкновенной, произрастающие вдоль автомобильных дорог.

$$L_2 = \frac{(100 \cdot 2 + 70 \cdot 4 + 40 \cdot 2 + 5 \cdot 2)}{10} = 57 \%$$

Определение жизненного состояния насаждения сосны обыкновенной, произрастающие в центре поселка

$$L_3 = \frac{(100 \cdot 3 + 70 \cdot 5 + 40 \cdot 2 + 5 \cdot 0)}{10} = 73 \%$$

На Рис.1 представлены величины ОЖС изученных сосновых насаждений, произрастающих в разных условиях.



Рис. 1 Оценка относительного жизненного состояния насаждений сосны обыкновенной

По жизненному состоянию все изученные древостой относятся к здоровым и ослабленным. Степень жизнеспособности древесной растительности существенно отличается по степени техногенного воздействия.

По результатам детального обследования деревьев прослеживается тенденция к увеличению показателей в направлении от леса к центру, а затем к автомобильным дорогам. То есть жизненное состояние насаждений сосны обыкновенной, произрастающих на участках лесного массива достаточно высокое; несколько ниже показатели у насаждений, произрастающих в центре поселка и наименьшая жизненность отмечена в насаждениях, произрастающих вдоль автомобильных дорог.

Используя данные прошлого года, сделали сравнительный анализ жизненного состояния насаждений сосны обыкновенной, который представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Сравнительная характеристика жизненного состояния насаждений сосны обыкновенной за 2021- 2022 год

Насаждения сосны обыкновенной произрастающие	Оценка относительного жизненного состояния насаждений сосны обыкновенной, %	
	2021 год	2022 год
в лесном массиве (участок № 1)	91%	88%
вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	60%	57%
в центре поселка (участок № 3)	76%	73%

Анализируя данные таблицы 5, видно, что жизненное состояние насаждений сосны обыкновенной ухудшилось на 3% по сравнению с прошлым годом, что говорит о возрастании степени техногенного воздействия на существование древесных насаждений.

Представим данные таблицы 5 в виде диаграммы (рис.2).

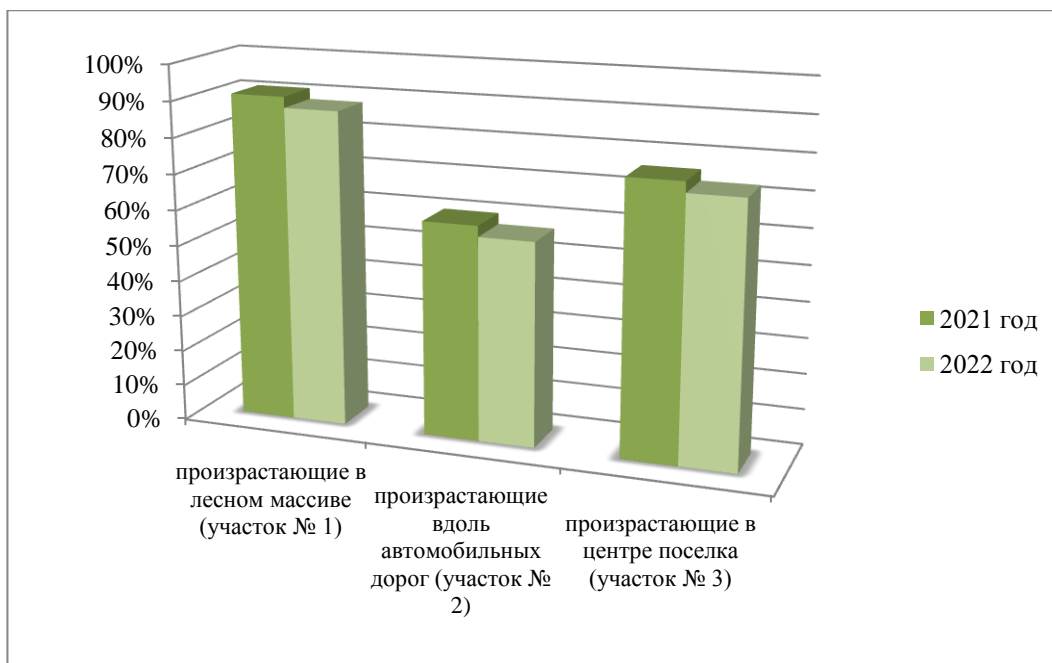


Рис. 2 Сравнительная характеристика жизненного состояния насаждений сосны обыкновенной за 2021- 2022 годы.

Диаграмма за два года показывает, что доля здоровых насаждений со временем уменьшается, что отражается на снижении процента относительного жизненного состояния древостоя.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании двухлетних наблюдений за жизненным состоянием сосновых древостоев в зонах техногенного воздействия в Дятьковском районе прослеживается тенденция, связанная с ослаблением жизненного состояния насаждений сосны обыкновенной.

Близость транспортных дорог, промышленных предприятий оказывает негативное влияние на сосновые растения, это можно выяснить, изучив влияние загрязняющих факторов на генеративную сферу хвойных растений, которая наиболее восприимчива к техногенному загрязнению.

В качестве оценочного показателя состояния мужской генеративной сферы сосновых насаждений в условиях техногенного загрязнения используют жизнеспособность пыльцы.

Для изучения влияния техногенного загрязнения на жизнеспособность пыльцы и ее морфометрические показатели, в трех исследуемых участках с каждого модельного дерева (по 10 модельных деревьев в каждой из зон промвоздействия) в третьей декаде мая 2022 года в средней части кроны с южной стороны собиралась пыльца посредством стряхивания из микростробиллов в бумажные конверты (Рис. 3-5 Приложения 1). Далее пыльцу просушивали в течение двух дней в помещении при температуре + 25°C, перемешивая каждый день.

Показатели жизнеспособности определялись у 100 пыльцевых зерен каждого модельного дерева в трех исследуемых участках.

В качестве показателей жизнеспособности рассматривали процент проросших пыльцевых зерен.

Жизнеспособность пыльцы определялась ее проращиванием в 10%-ном растворе сахарозы (10 граммов сахара растворили в 90 граммах воды и все тщательно перемешали) при температуре + 25°C по методу «Висячей капли» во влажной камере. В качестве влажной камеры использовали специальное предметное стекло с углублением посередине.

Для приготовления препарата «Висячая капля» брали пинцетом покровное стекло, проводили через пламя и остужали. В центр стекла с помощью стеклянной палочки нанесли каплю питательной среды, на которую высеивали исследуемую пыльцу (на кончике препаровальной иглы.) В пределах одной капли было рассеяно около 100 пыльцевых зерен. Затем покровное стекло быстро поворачивали каплей вниз и клали на стерильное предметное стекло с вышлифованной посередине лункой, края которой предварительно смазывали вазелином. Капля с посеянной пылью должна находиться в висячем положении посередине, не соприкасаясь с краями камеры, иначе она будет растекаться (Рис. 6 Приложения 2).

Учет результатов опытов и фотосъемку объектов проводили с использованием цифрового микроскопа MicroLife ML-12-1.3 при 10 - кратном увеличении при линзе 10x и программного обеспечения Future Win Joe. ( Рис.7 Приложения 2).

Через 2 дня под микроскопом просматривали препарат, считали количество проросших пыльцевых зерен, а также количество аномалий (Рис. 8 – 9 Приложения 2).

Проросшими считали зерна, у которых длина трубки равна или больше их диаметра. К аномальным относили зерна, имеющих разветвление на пыльцевых трубках, зерна, имеющие две пыльцевые трубки с разветвлениями или без них.

Загрязнение окружающей среды оказывает глубокое влияние на генеративные органы сосны обыкновенной. Воздушные поллютанты оказывают значительное влияние на качество пыльцы сосны. Способность пыльцы у сосны обыкновенной прорасти и формировать пыльцевые трубки в условиях техногенного загрязнения очень низкая.

На наименее загрязненном объекте (Участок №1) жизнеспособной оказалась только половина собранного материала – 49,6%. С возрастанием воздействия техногенных факторов этот показатель падает. На менее загрязненном объекте (Участок №3) проросло 41,4% пыльцевых зерен, а на самом загрязненном (Участок №2) еще меньше – 34,2%.

Количество аномалий в пыльце сосны обыкновенной также отличается в зависимости от уровня загрязнения. На наименее загрязненном объекте (Участок №1) количество проросших зерен с одной пыльцевой трубкой с разветвлениями составило 1,8%, а количество проросших зерен с двумя трубками оказалось равным 2,0%. С возрастанием влияния техногенных факторов количество аномалий растет. На более загрязненном объекте (Участок №3) количество проросших зерен с одной пыльцевой трубкой с разветвлениями составило 2,1%, а число проросших зерен с двумя трубками – 2,3%. На самом загрязненном объекте количество аномалий еще выше – 2,4% проросших пыльцевых зерен с разветвлениями на трубке и 2,5% проросших пыльцевых зерен с двумя пыльцевыми трубками (Таблица 6).

Таблица 6 - Исследование пыльцы сосны обыкновенной

Места сбора пыльцы	Количество пыльцевых зерен, шт., %					
	всего	проросших				непроросших
		С одной трубкой			С двумя трубками без разветвле ний	
	всего	Без разветвле ний	С разветвле ниями			
Лесной массив (участок № 1)	496 шт. 49,6%	476 шт. 47,6%	458 шт. 45,8%	18 шт. 1,8%	20 шт. 2,0%	504 шт. 50,4%
Придорожные посадки вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	342шт. 34,2%	317шт. 31,7%	293 шт. 29,3%	24 шт. 2,4 %	25 шт. 2,5 %	658 шт. 65,8 %
Центр поселка (участок № 3)	414 шт. 41,4 %	391 шт. 39,1 %	370 шт. 37,0%	21 шт. 2,1 %	23 шт. 2,3 %	586 шт. 58,6 %

С увеличением воздействия техногенных факторов у сосны обыкновенной возрастает количество аномалий в проросших пыльцевых

зерна. Прослеживается прямая зависимость количества аномалий от уровня воздействия техногенного загрязнения.

Основными показателями биологического состояния пыльцы сосны обыкновенной является процент проросших пыльцевых зёрен на питательных средах, а также морфометрические показатели пыльцевых зерен. При изучении морфометрических показателей пыльцы рассматривали длину и высоту тела и воздушных мешков.

Для определения морфометрических показателей пыльцевых зерен в каждой из выборок у 100 нормальных пыльцевых трубок измеряли длину и высоту тела пыльцевого зерна, а также длину и высоту воздушного мешка.

В микроскопии используется единица измерения микрометр. В одном миллиметре 1000 микрометров (мкм). В объективе микроскопа при 10 - кратном увеличении при линзе 10х, цена деления будет равняться 0,01 мм, либо 10 мкм.

Таким образом, 5 делений шкалы объект - микрометра соответствует 0,05 мм, или 50 мкм и т.д. (Рис.10 Приложение 2).

Все результаты, полученные нами, подверглись статистическому учету. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel (С.И. Марченко) по схеме малой выборочной совокупности с определением среднеарифметической величины, основного полного отклонения, ошибки основного отклонения, ошибки средней величины, критерия достоверности средней величины, коэффициента изменчивости, точности опыта, а также дополнительных статистических показателей [8].<sup>17</sup>

Построчное сравнение полученных морфометрических показателей пыльцевых зерен сосны обыкновенной по схеме малой выборочной совокупности трех наборов данных: длина тела пыльцевого зерна (мкм), высота тела пыльцевого зерна (мкм), длина воздушного мешка (мкм) и высота воздушного мешка (мкм) пыльцы сосны обыкновенной в сравниваемых выборках представлено в таблицах 7, 8, 9, 10 (Приложение 3).

Для более наглядного представления о морфометрических показателях пыльцевых зерен сосны обыкновенной, была составлена итоговая таблица – выборка, которая представляет собой перечень основных среднеарифметических параметров (таблица 11).

В условиях дестабилизации среды формируется пыльца низкого качества, изменяются ее размеры, снижается способность их прорасти на искусственных средах и возрастает количество аномалий, а также наблюдается уменьшение морфометрических параметров.

Качество пыльцы сосны обыкновенной связано с условиями ее прорастания. Полученные нами данные свидетельствуют о снижении прорастания пыльцевых зерен у сосны из загрязненных участков. Способность прорасти на участках с высокой техногенной нагрузкой оказалась

---

<sup>17</sup> Приемы первичной статистической обработки данных: учебно-методическое пособие по дисциплине «Технология сбора и обработки полевых материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 35.03.01 «Лесное дело» / Сост. С.И. Марченко. - Брянск: БГИТУ, 2021. – 27 с

значительно ниже по сравнению с участками менее подверженными техногенному воздействию.

Таблица 11 - Итоговая таблица – выборка морфометрических показателей пыльцевых зерен сосны обыкновенной, произрастающей в условиях с различной степенью техногенной нагрузки

Места сбора пыльцы	Морфометрические показатели пыльцевых зерен сосны обыкновенной, мкм			
	Длина тела пыльцевого зерна	Высота тела пыльцевого зерна	Длина воздушного мешка	Высота воздушного мешка
Лесной массив (участок № 1)	41,09 ± 0,44	37,01 ± 0,30	21,03 ± 0,41	27,04 ± 0,34
Придорожные посадки вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	35,01 ± 0,56	33,08 ± 0,40	17,01 ± 0,21	24,03 ± 0,44
Центр поселка (участок № 3)	36,90 ± 0,54	35,03 ± 0,33	19,07 ± 0,28	25,06 ± 0,37

С увеличением времени воздействия техногенных факторов у сосны обыкновенной возрастает количество аномалий в проросших пыльцевых зернах. Прослеживается прямая зависимость количества аномалий от уровня воздействия техногенного загрязнения.

Полученные результаты свидетельствуют также о негативном влиянии техногенного загрязнения на морфометрические показатели пыльцы сосны обыкновенной. Прослеживается тенденция уменьшения морфометрических показателей пыльцевых зерен с увеличением воздействия вредных факторов.

Сравнительный анализ проб пыльцы, собранной с различных участков, свидетельствует о существенных различиях показателя ее жизнеспособности, что указывает на техногенную природу нарушений. Минимальные результаты получены в образцах, отобранных вдоль автомобильных дорог. Проведенное исследование влияния выбросов автотранспорта на частоту аномальных пыльцевых зёрен растений сосны обыкновенной произрастающих вдоль автомобильной трассы показало, что уровни загрязнения воздуха и почв выбросами автотранспорта в районе автотрассы приводят к явным нарушениям качества пыльцы у сосновых насаждений.

Отмечена тенденция уменьшения прорастания пыльцы по градиенту техногенного загрязнения.

Генеративные органы голосеменных растений отличаются сложностью строения, большой длительностью и многостадийностью формирования и развития, что делает их уязвимыми к воздействию неблагоприятных экологических факторов. Низкое качество формируемой пыльцы может служить биотестом чувствительности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) к техногенным факторам, служить показателем неблагоприятной экологической обстановки.

**Практическая значимость** данной работы заключается в том, что эта работа позволит выяснить, в какой степени оказывает влияние уровень

техногенного загрязнения на жизненное состояние и на генеративные органы сосны обыкновенной. Кроме того, результаты, полученные в ходе выполнения работы, могут быть использованы при проектировании и создании новых, а также реконструкции уже имеющихся санитарно-защитных насаждений с участием сосны обыкновенной в Дятьковском районе Брянской области, а также для прогноза состояния хвойных насаждений, произрастающих в неблагоприятных экологических условиях.

#### 4. ВЫВОДЫ

В данной исследовательской работе установлена возможность определения эколого – биологических особенностей сосны обыкновенной в насаждениях п. Бытошь Дятьковского района Брянской области.

Исследование параметров (жизнеспособности и морфометрических показателей) пыльцы сосны обыкновенной, а также относительно жизненного состояния насаждений сосны, произрастающих в п. Бытошь Дятьковском районе, выявили высокую зависимость от степени загрязнения района произрастания.

В результате мы пришли к следующим выводам:

1. Промышленное загрязнение выбросами завода ООО «Микросфера» и предприятия ООО «Эпоха-Базальт», а также автомобильного транспорта влияет на рост и развитие сосны обыкновенной, наблюдается снижение общего жизненного состояния древостоев. В п. Бытошь Дятьковского района ОЖС насаждений сосны оценивается как «здоровое» и «ослабленное» и за 2 года исследований не изменили свой статус.
2. Показано, что жизнеспособность пыльцы тесно связана с экологическими условиями в период массового пыления. Существенное воздействие оказывает техногенное загрязнение. Способность прорасти и образовывать пыльцевые трубки у пыльцы из участков с высокой техногенной нагрузкой оказалась значительно ниже по сравнению с более благоприятными условиями произрастания.
3. В условиях техногенного загрязнения у сосны обыкновенной выявлен более высокий уровень аномальных пыльцевых зерен, чем в относительно чистых условиях. Также наблюдается более широкий спектр пыльцевых зерен: стерильные, мелкие пыльцевые зерна, пыльцевые зерна с разветвлением, с двумя трубками и без разветвлений.
4. Промышленное загрязнение значительно влияет на генеративные органы сосны обыкновенной. В условиях техногенеза у сосны обыкновенной уменьшаются морфометрические показатели пыльцы.

Таким образом, поставленные в исследовательской работе задачи были выполнены, гипотеза подтверждена, цель достигнута.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа позволила мне изучить влияние техногенного загрязнения на жизнеспособность пыльцы сосны обыкновенной и ее морфометрические показатели в насаждениях п. Бытошь Дятьковского района Брянской области.

Проведены исследования жизнеспособности пыльцы сосны обыкновенной и выполнена оценка жизненного состояния насаждений сосны обыкновенной в п. Бытошь Дятьковского района. Установлено, что показатели жизнеспособности пыльцы сосны обыкновенной значительно колеблются в зависимости от близости деревьев к автодорогам.

Воздействие автотранспортных и промышленных выбросов являются одним из ведущих факторов загрязнения атмосферы и ведущим для сосны обыкновенной в условиях Дятьковского района.

Обобщены результаты исследования влияния выбросов предприятий и автомобильного транспорта на жизненное состояние древостоев сосны обыкновенной (в пределах п. Бытошь Дятьковского района).

Загрязнение атмосферного воздуха способно вызывать серьезные изменения в процессе развития растений. Происходит отклонение в морфологическом строении пыльцевых зёрен, изменяется количество жизнеспособных пыльцевых зерен, увеличивается количество стерильных.

Проведены исследования аномалии пыльцевых зерен сосны обыкновенной, произрастающей в разных условиях. Полученные результаты отражают негативное влияние техногенного загрязнения на качество пыльцевых зерен исследуемого вида.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют существенное влияние среды Дятьковского района на эколого – биологические особенности сосны обыкновенной.

Хочу выразить искреннюю признательность Милютиной Юлии Анатольевне, руководителю школьного лесничества, Дрогобужевой Зинаиде Петровне, участковому лесничему Бытошского участка лесничества и Камкиной Елене Владимировне, инженеру лесовосстановления ГКУ «Дятьковское лесничество», за неоценимую помощь и предоставление необходимых ресурсов для сбора данных.

В дальнейшем исследовательскую работу по изучению влияние техногенного загрязнения на жизнеспособность пыльцы сосны обыкновенной и ее морфометрические показатели планируем продолжить.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В. А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, Ленингр. отд-е, 1990 197 с.
2. Воробьев Д.В. Типы лесов Европейской части СССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1953. 452 с.
3. Галкина М.А., Сперанская Н.Ю. Хвойные растения зеленых насаждений г. Барнаула. Барнаул, 2004 – 106 с.
4. Кравец, Е.А. Влияние УФ-Б облучения на репродуктивную функцию растений *Hordeum vulgare* L. / Е.А. Кравец, Д.М. Гродзинский, Н.И. Гуца // Цитология и генетика. – 2008. – № 5. – С. 9–15.
5. Крюссман, Г. Хвойные породы/ Г. Крюссман – М.: Лесная промышленность, 1986 – 255с.
6. Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование/ О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсева и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 – 288 с.
7. Носкова, Н.Е. Влияние стресса на репродуктивные способности сосны обыкновенной / Н.Е. Носкова, И.Н. Третьякова // Хвойные бореальной зоны. – 2006. – Вып. 3. – № 1. – С. 54–63.
8. Приемы первичной статистической обработки данных: учебно-методическое пособие по дисциплине «Технология сбора и обработки полевых материалов» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 35.03.01 «Лесное дело» / Сост. С.И. Марченко.- Брянск: БГИТУ, 2021. – 27 с
9. Рунова Е.М. Влияние промышленных выбросов на прирост хвойных насаждений/ Е.М. Рунова, С.А. Чжан, О.А. Пузанова //Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч.тр. по итогам междунар. Науч.-тех. Конф.- Брянск: БГИТа, 2005. - Вып.10- С.129-131.
- 10.Третьякова, И.Н. Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса / И.Н. Третьякова, Н.Е. Носкова // Экология. – 2004. – № 1. – С. 26–33.
- 11.Чернышов М.П., Арефьев Ю.Ф., Титов Е.В., Беспаленко О.Н., Дорофеева В.Д., Кругляк В.В., Пятых А.М. Хвойные породы в озеленении Центральной России / Под общей редакцией профессора М.П. Чернышова.— М.: Колос, 2007.-328 с., цветн. илл.
- 12.<http://glazastik.com/значение-хвойных-природе-жизни>
- 13.<http://dendrology.ru/>
- 14.<https://cyberleninka.ru/>
- 15.<https://www.booksite.ru/>

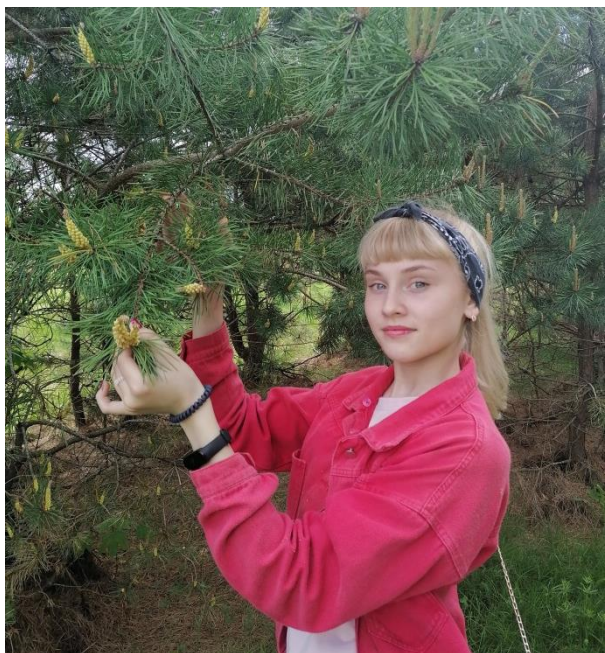


Рис. 3 Сбор материала на участке № 1 (насаждения сосны обыкновенной, произрастающие в лесном массиве, Квартал 60, выдел 41)

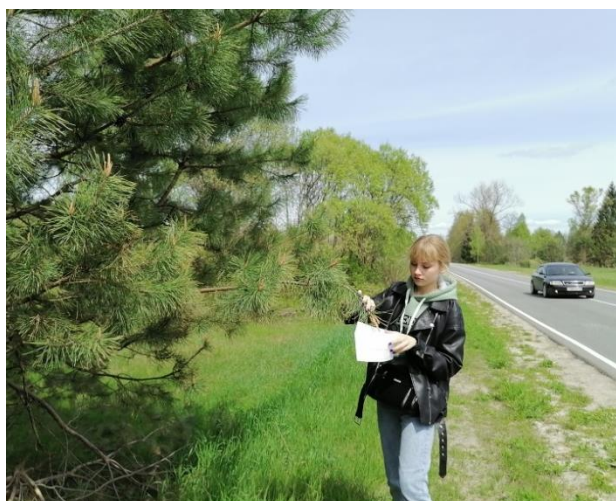


Рис. 4 Сбор материала на участке № 2 (насаждения сосны обыкновенной, произрастающей вдоль автомобильных дорог, Квартал 58, выдел 8)



Рис. 5 Сбор материала на участке № 3 (насаждения сосны обыкновенной, произрастающие в центре поселка Бытошь)



Рис. 6 Приготовления препарата «Висячая капля»

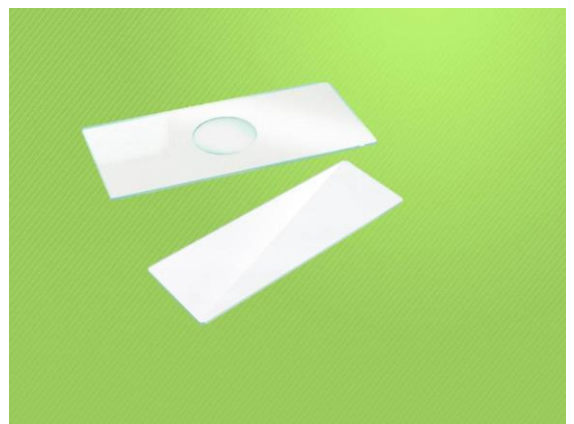
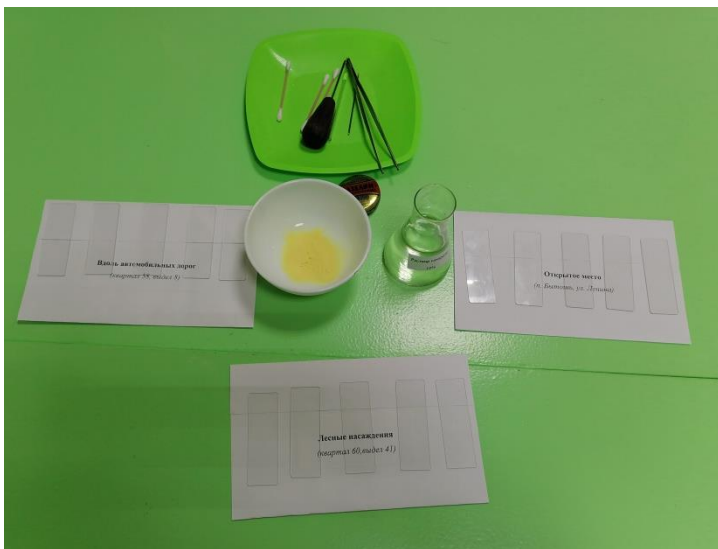


Рис. 7 Материалы и оборудования для исследовательской работы



Рис. 8 Исследование пыли сосны обыкновенной

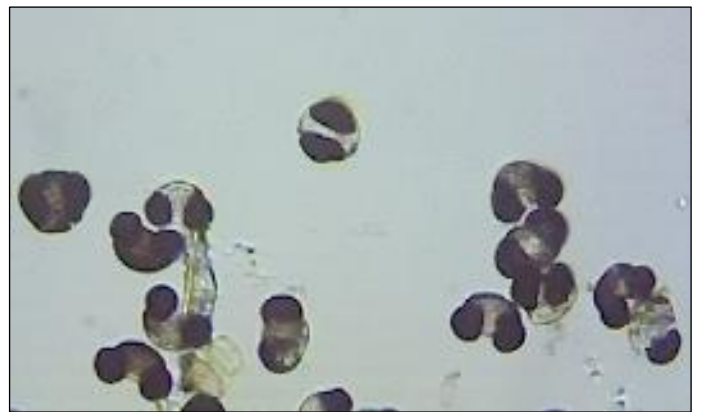
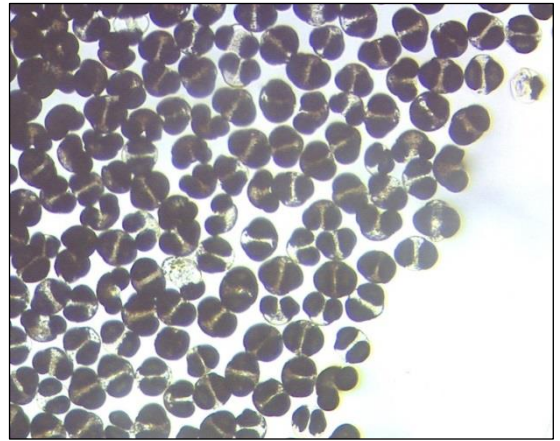
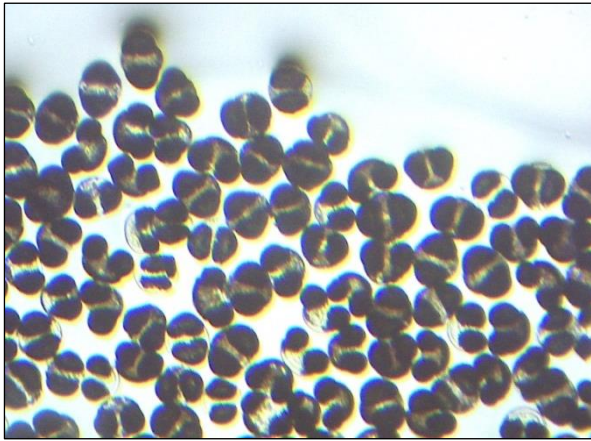


Рис. 9 Пыльца сосны обыкновенной исследуемых участков под микроскопом при 10- кратном увеличении при линзе 10х

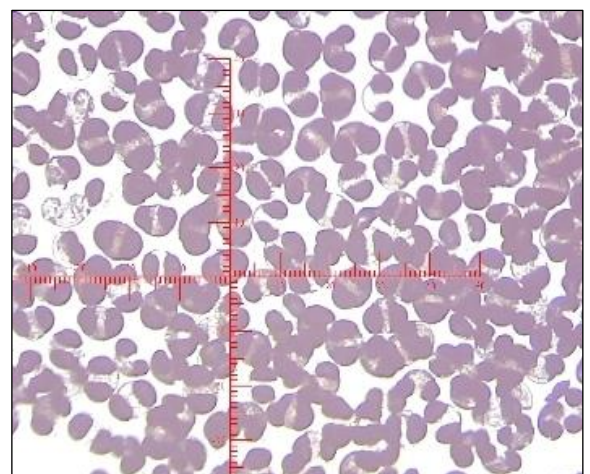
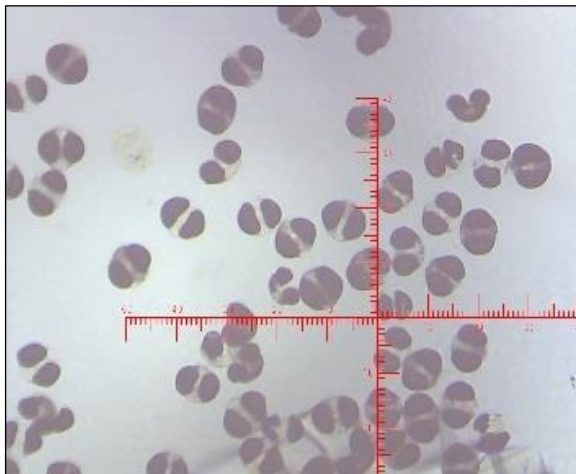


Рис. 10 Морфометрические показатели пыльцевых зерен сосны обыкновенной под микроскопом при 10- кратном увеличении при линзе 10х

Таблица 7 - Основные статистические показатели, характеризующие длину тела пыльцевого зерна (мкм) пыльцы сосны обыкновенной различных мест сбора

Основные статистические показатели, характеризующие длину тела пыльцевого зерна (мкм) пыльцы сосны обыкновенной	Места сбора пыльцы		
	Лесной массив (участок № 1)	Придорожные посадки вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	Центр поселка (участок № 3)
Количество пыльцевых зерен, N	100	100	100
Основное отклонение полное ( $\sigma_x$ ), г/м <sup>2</sup>	4,39	5,60	5,40
Основная ошибка основного отклонения ( $\pm m\sigma$ ), г/м <sup>2</sup>	0,31	0,40	0,38
Среднеарифметическая величина $M_x$ , г/м <sup>2</sup>	41,09	35,01	36,90
Основная ошибка средней величины ( $\pm m_{Mx}$ ), г/м <sup>2</sup>	0,4386	0,56	0,54
$\sigma_x \pm m\sigma$	4,39 ± 0,31	5,60 ± 0,40	5,40 ± 0,38
$M_x \pm m_{Mx}$	41,09 ± 0,44	35,01 ± 0,56	36,90 ± 0,54
Критерий достоверности средней величины ( $t_{Mx}$ )	93,7	62,5	68,4
Коэффициент изменчивости $C_x$ , %	10,67	16,00	14,62
Точность опыта $P_x$ , %	1,07	1,60	1,46
Минимальное значение min, г/м <sup>2</sup>	29,00	26,00	26,00
Максимальное значение max, г/м <sup>2</sup>	49,00	49,00	49,00
Асимметрия (As)	-0,65	0,58	0,06
Экцесс (E)	0,25	-0,43	-0,64
Медиана (Me), г/м <sup>2</sup>	41,00	34,50	37,50
Мода (Mo), г/м <sup>2</sup>	44,00	30,00	39,00

Таблица 8 - Основные статистические показатели, характеризующие высоту тела пыльцевого зерна (мкм) пыльцы сосны обыкновенной различных мест сбора

Основные статистические показатели, характеризующие высоту тела пыльцевого зерна (мкм) пыльцы сосны обыкновенной	Места сбора пыльцы		
	Лесной массив (участок № 1)	Придорожные посадки вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	Центр поселка (участок № 3)
Количество пыльцевых зерен, N	100	100	100
Основное отклонение полное ( $\sigma_x$ ), г/м <sup>2</sup>	3,00	3,97	3,28
Основная ошибка основного отклонения ( $\pm m\sigma$ ), г/м <sup>2</sup>	0,21	0,28	0,23
Среднеарифметическая величина $M_x$ , г/м <sup>2</sup>	37,01	33,08	35,03
Основная ошибка средней величины ( $\pm m_{M_x}$ ), г/м <sup>2</sup>	0,30	0,40	0,33
$\sigma_x \pm m\sigma$	3,00 ± 0,21	3,97 ± 0,28	3,28 ± 0,23
$M_x \pm m_{M_x}$	37,01 ± 0,30	33,08 ± 0,40	35,03 ± 0,33
Критерий достоверности средней величины ( $t_{M_x}$ )	123,2	83,2	106,8
Коэффициент изменчивости $C_x$ , %	8,11	12,01	9,36
Точность опыта $P_x$ , %	0,81	1,20	0,94
Минимальное значение min, г/м <sup>2</sup>	30,00	26,00	28,00
Максимальное значение max, г/м <sup>2</sup>	44,00	44,00	44,00
Асимметрия (As)	-0,44	0,26	-0,14
Экссесс (E)	-0,18	-0,80	-0,70
Медиана (Me), г/м <sup>2</sup>	38,00	32,50	35,00
Мода (Mo), г/м <sup>2</sup>	38,00	30,00	38,00

Таблица 9 - Основные статистические показатели, характеризующие длину воздушного мешка (мкм) пыльцы сосны обыкновенной различных мест сбора

Основные статистические показатели, характеризующие длину воздушного мешка (мкм) пыльцы сосны обыкновенной	Места сбора пыльцы		
	Лесной массив (участок № 1)	Придорожные посадки вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	Центр поселка (участок № 3)
Количество пыльцевых зерен, N	100	100	100
Основное отклонение полное ( $\sigma_x$ ), г/м <sup>2</sup>	4,11	2,13	2,76
Основная ошибка основного отклонения ( $\pm m\sigma$ ), г/м <sup>2</sup>	0,29	0,15	0,20
Среднеарифметическая величина $M_x$ , г/м <sup>2</sup>	21,03	17,01	19,07
Основная ошибка средней величины ( $\pm m_{M_x}$ ), г/м <sup>2</sup>	0,41	0,21	0,28
$\sigma_x \pm m_\sigma$	4,11 ± 0,29	2,13 ± 0,15	2,76 ± 0,20
$M_x \pm m_{M_x}$	21,03 ± 0,41	17,01 ± 0,21	19,07 ± 0,28
Критерий достоверности средней величины ( $t_{M_x}$ )	51,2	79,9	69,1
Коэффициент изменчивости $C_x$ , %	19,52	12,52	14,48
Точность опыта $P_x$ , %	1,95	1,25	1,45
Минимальное значение min, г/м <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00
Максимальное значение max, г/м <sup>2</sup>	31,00	23,00	27,00
Асимметрия (As)	0,50	0,27	0,40
Экссесс (E)	-0,30	-0,64	0,69
Медиана (Me), г/м <sup>2</sup>	20,00	17,00	19,50
Мода (Mo), г/м <sup>2</sup>	19,00	18,00	20,00

Таблица 10 - Основные статистические показатели, характеризующие высоту воздушного мешка (мкм) пыльцы сосны обыкновенной различных мест сбора

Основные статистические показатели, характеризующие высоту воздушного мешка (мкм) пыльцы сосны обыкновенной	Места сбора пыльцы		
	Лесной массив (участок № 1)	Придорожные посадки вдоль автомобильных дорог (участок № 2)	Центр поселка (участок № 3)
Количество пыльцевых зерен, N	100	100	100
Основное отклонение полное ( $\sigma_x$ ), г/м <sup>2</sup>	3,40	4,39	3,66
Основная ошибка основного отклонения ( $\pm m\sigma$ ), г/м <sup>2</sup>	0,24	0,31	0,26
Среднеарифметическая величина $M_x$ , г/м <sup>2</sup>	27,04	24,03	25,06
Основная ошибка средней величины ( $\pm m_{Mx}$ ), г/м <sup>2</sup>	0,34	0,44	0,37
$\sigma_x \pm m_\sigma$	3,40 ± 0,24	4,39 ± 0,31	3,66 ± 0,26
$M_x \pm m_{Mx}$	27,04 ± 0,34	24,03 ± 0,44	25,06 ± 0,37
Критерий достоверности средней величины ( $t_{Mx}$ )	79,6	54,8	68,5
Коэффициент изменчивости $C_x$ , %	12,56	18,26	14,60
Точность опыта $P_x$ , %	1,26	1,83	1,46
Минимальное значение min, г/м <sup>2</sup>	20,00	15,00	18,00
Максимальное значение max, г/м <sup>2</sup>	37,00	37,00	37,00
Асимметрия (As)	-0,11	0,47	0,52
Экссесс (E)	-0,44	-0,12	0,81
Медиана (Me), г/м <sup>2</sup>	0,4427,00	24,00	25,00
Мода (Mo), г/м <sup>2</sup>	27,00	20,00	24,00