

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(НИУ «БелГУ»)**

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН И МЕТОДИК  
ПРЕПОДАВАНИЯ

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИСТА БЕРЕЗЫ  
ПОВИСЛОЙ, ИЛИ БОРОДАВЧАТОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH (*B.  
VERRUCOSA* ENRH.) И ТОПОЛЯ ПИРАМИДАЛЬНОГО (*POPULUS  
PYRAMIDALIS* ROZ.) В УСЛОВИЯХ ПОСЕЛКА СЕВЕРНЫЙ  
БЕЛГОРОДСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое  
образование профили биология и химия  
очной формы обучения, группы 02041307  
Андриановой Алины Евгеньевны

Научный руководитель  
к.с.-х.н., доцент  
Скорбач В.В.

**БЕЛГОРОД 2018**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДУЕМОЙ РАБОТЫ.....	6
1.1 Проблема загрязнения городской среды .....	6
1.1.1 Состояние окружающей среды в Белгородской области.....	8
1.2 Растения как биоиндикаторы состояния окружающей среды.....	10
1.3 Влияние антропогенных факторов на листовой аппарат древесных растений .....	11
1.4 Морфо-биологическое описание березы повислой или бородавчатой (Betula pendula Roth (B. Verrucosa Ehrh.)).....	14
1.5 Морфо-биологическое описание тополя пирамидального (Populus pyramidalis Roz.) .....	15
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	17
3 ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ .....	19
3.1 Длина черешков березы повислой или бородавчатой на исследуемых участках в сравнении с контрольным .....	19
3.2 Площадь листьев березы повислой или бородавчатой исследуемых участках и на контрольном участке .....	21
3.3 Длина черешков тополя пирамидального на исследуемых участках в сравнении с контрольным .....	23
3.4 Площадь листьев тополя пирамидального на исследуемых участках и на контрольном участке .....	25
3.5 Анализ полученных результатов .....	27
ВЫВОДЫ.....	30
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ А Карта-схема п. Северный с указанием исследуемых участков.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Статистическая обработка данных .....	36

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большие города являются основной средой обитания человека, поэтому в данный момент актуальным является изучение состояния окружающей среды городов и экологической обстановки в них. С каждым годом уровень загрязнения атмосферного воздуха городов изменяется в худшую сторону [31].

К основным загрязнителям атмосферного воздуха можно отнести автотранспорт, парк которого непрерывно растет. Если в 1900 г. на планете насчитывалось около 6 тыс. автомобилей, то к началу XXI в. численность мирового парка автомашин достигла 500 млн. единиц. Также существенно влияют на загрязнения воздуха промышленные предприятия. Людям, живущим в крупных промышленных городах, приходится дышать воздухом, перенасыщенным вредными и ядовитыми веществами. Особенно сильно влияют на загрязнение воздуха предприятия чёрной и цветной металлургии, химии и нефтехимии, стройиндустрии, энергетики, топливной промышленности. Загрязнение, создаваемое ими, негативно влияет на состояние окружающей среды, а, следовательно, подвергает риску здоровье человека и других живых организмов. В сложившейся ситуации возникает необходимость в мероприятиях по предотвращению загрязнения окружающей среды [3].

Одним из эффективных средств улучшения среды города является озеленение. Роль зеленых насаждений в снижении негативного воздействия окружающей среды заключается в их способности улучшать качество городской среды природного и техногенного происхождения. Зеленые насаждения действительно выполняют в городских условиях функцию терморегуляторов, фитофильтров загрязнителей и шумов, имеют ландшафтное, санитарно-гигиеническое, рекреационное и эстетическое значение. Основная роль зеленых насаждений заключается в улавливании и обезвреживании газообразных токсинов. При этом растения испытывают

очень большие нагрузки, что ведет к нарушению функций метаболизма, ослаблению роста растений, уменьшению продуктивности. Растения с нарушениями метаболизма сильнее подвержены поражению болезнями и вредителями, что может вызывать их гибель. Такая реакция растений позволяет использовать их в качестве индикаторов состояния городской среды и в вопросах мониторинга загрязнения воздуха и почв [4].

**Актуальность исследования** заключается в исследовании атмосферных загрязнений с использованием морфометрических показателей вегетативных органов древесных растений в условиях популяций городов, так как они позволяют судить об экологическом состоянии исследуемой территории.

**Цель исследования** – изучение морфометрических показателей листа березы повислой, или бородавчатой (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.) и тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.) в условиях поселка Северный Белгородского района Белгородской области.

Для осуществления данной цели необходимо выполнить следующие **задачи:**

1. Проанализировать литературу по теме исследования.
2. Выбрать точки исследования и собрать растительный материал.
3. Измерить длину черешков листьев березы повислой, или бородавчатой (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.) и тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.).
4. Измерить площадь листьев березы повислой, или бородавчатой (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.) и тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.).
5. Обработать результаты, полученные в ходе опыта.

**Объект исследования:** Растения – береза повислая, или бородавчатая (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.), семейство Берёзовые (*Betulaceae*) и тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis* Roz.), семейство Ивовые (*Salicaceae*).

**Предмет исследования:** морфометрические показатели листа березы повислой, или бородавчатой (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.) и тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.).

**Методы исследования:**

1. Теоретического исследования: теоретический анализ, синтез, конкретизация, аналогия, сравнение, обобщение, систематизация.

2. Эмпирического исследования: изучение результатов деятельности, наблюдение, обследование, эксперимент.

3. Обработки данных исследования: статистическая группировка, среднее арифметическое, а также методы наглядного представления результатов исследования: таблицы, графики, диаграммы, рисунки.

**Структура и объем работы.** Выпускная квалификационная работа состоит из введения, теоретических основ работы, материалов и методов исследования, полученных результатах исследований и их обсуждения, выводов, списка использованной литературы, приложения А, приложения Б. Работа изложена на 43 страницах печатного текста, включает 9 таблиц и 4 рисунков. Список литературы состоит из 33 наименования.

# **1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДУЕМОЙ РАБОТЫ**

## **1.1 Проблема загрязнения городской среды**

Во время своего исторического развития человек был тесно связан с окружающей его природой. Но с развитием индустриального общества вредное влияние человека на биосферу Земли резко усилилось.

В данной ситуации роль растений, произрастающих в городах и их окрестностях, усилилась, так как растения нейтрализуют вредное воздействие антропогенных факторов на окружающую среду. Но при этом растения испытывают на себе отрицательное влияние [7].

Среди типов промышленного загрязнения можно выделить несколько наиболее существенных, оказывающих наибольшее воздействие на природу.

Самым масштабным и наиболее вредным по своему воздействию является химическое загрязнение. Среди видов химического загрязнения можно выделить следующие: газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Также, возрастает содержание углекислого газа в атмосфере. За последние десятилетия в результате быстрого развития автотранспорта и авиации очень сильно увеличилась доля выбросов от подвижных источников (легковых, грузовых автомобилей, тракторов, самолетов и др.). В современных городах выбросы от автотранспорта составляют в среднем от 30 до 70% общей массы. В России, в целом по стране, примерно 40% общей массы веществ, загрязняющих природу, приходится на долю подвижных источников [8].

Помимо химического загрязнения, большая часть загрязнения планеты приходится на твердые отходы. К сожалению, в нашей стране еще мало развита отрасль вторичной переработки сырья и поэтому городские свалки занимают очень большие площади. А в состав бытовых отходов могут входить ядовитые вещества, которые попадают в почву, грунтовые воды и водоемы [12].

Сильный вред наносят растениям кислотные дожди. При их выпадении резко снижается рост растений.

В настоящее время для большинства автомобилей в качестве топлива используют бензин. Поэтому, почвы вдоль дорог загрязняются токсичными металлами, попадающих в почву вместе с выхлопными газами. А далее эти токсичные вещества вымываются из почвы и попадают в грунтовые воды, вызывая их химическое загрязнение, что негативно сказывается на произрастающих на этих почвах растениях и организмах, которые живут в ней [23].

Для города также весьма большой проблемой является пыль. Частицы пыли оседают на домах, на растениях, вдыхаются человеком. С дождями пыль попадает в почву. Эта проблема характерна для большинства всех крупных городов [17].

Выхлопные газы представляют собой сложную смесь токсичных компонентов. При этом контролируется только содержание оксидов углерода. А контроль выбросов тяжелых металлов, оксидов серы, азота практически не проводится. Опасными загрязнителями природы являются вещества, которые образуются из-за коррозии металлических частей автомобилей, износа шин, а также при разрушении асфальтового покрытия. Так как автотранспорт передвигается в непосредственной близости от мест проживания людей, особенно в крупных городах [19].

Кроме автомобилей вредное воздействие на окружающую среду оказывают также троллейбусы, трамваи, автобусы, мотоциклы, которые могут выделять в атмосферу вредные вещества, подобным образом влияют на природу износ шин, коррозия металлических деталей, эксплуатация контактной сети [15].

Из вышесказанного можно сделать вывод, что загрязнение среды обитания живых организмов (в том числе и зеленых насаждений) оказывает сильное воздействие на все их физиологические процессы, что резко снижает их адаптивные свойства [27].

### **1.1.1 Состояние окружающей среды в Белгородской области**

Природная среда Белгородской области испытывает постоянно увеличивающееся воздействие хозяйственной деятельности, техногенных и антропогенных факторов. Распахиваются склоновые земли, засоряется и загрязняется почва, нарушая среду обитания многих животных и птиц.

На качественное состояние воздуха в Белгородской области большое влияние оказывают не только природными факторами (лесные пожары, пыльные бури), но и техногенными (выбросы вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями области). При этом наибольшее влияние на атмосферу осуществляют предприятия горнорудной и металлургической промышленности [2].

Одним из сильных загрязнителей атмосферы в Белгородской области считается город Старый Оскол. На его долю приходится 56,1% вредных веществ, выбрасываемых в воздух. Предприятия горнорудной и металлургической промышленности Старого Оскола создают экологические проблемы, которые определены значительным увеличением выбросов вредных веществ. Так, общие выбросы на металлургическом комбинате Старого Оскола, в связи с увеличением объемов производства возросло на 3,15 тысячи тонн. Лебединский горно-обогатительный комбинат увеличил выбросы на 2,56 тысячи тонн, а ЗАО «Осколцемент» на 3,86 тысячи тонн [9].

Значительные техногенные нагрузки испытывают и водные объекты Белгородской области, в которые ежегодно сбрасывается до трех сот кубометров сточных вод. Проблема обостряется малоэффективной работой очистных сооружений, отсутствием ливневых канализационных систем в населенных пунктах области [22].

Многие предприятия сельского и коммунального хозяйства, промышленности оказывают пагубное воздействие на состояние подземных и поверхностных вод. Наиболее высокую степень загрязнения по санитарно-химическим показателям имеют водоемы Ровеньского, Красногвардейского,



Алексеевского и Борисовского районов. На многих промышленных предприятиях ведется неэффективная работа по обеззараживанию сточных вод. К таким предприятиям, в частности, относятся: ОСК МУП «Ремводстрой» и ООО «Белгородская сыроваренная компания» [14].

На территории области насчитывается двадцать восемь полигонов, предназначенных для захоронения твердых бытовых отходов предприятий коммунальных хозяйств. Также, экологические проблемы Белгородской области тесно связаны с утилизацией и захоронениями промышленных и бытовых отходов. В области ощущается острая нехватка предприятий, осуществляющих утилизацию биологических отходов. Белгородский мусороперерабатывающий завод ООО ТК «Эко Транс» принимает на захоронения свыше 1000000 кубических метров отходов ежегодно. Тем не менее, вопросы полной утилизации и переработки отходов в области до конца не решены. Старые аккумуляторы, загрязнённый горюче-смазочными материалами песок и нефтепродукты приходится частично транспортировать в близлежащую Воронежскую область [25].

К числу основных факторов ухудшения природной среды в Белгородской области можно отнести:

1. Одновременная работа Стойленского и Лебединского месторождений.
2. Рост загрязнения окружающей среды и накопление отходов, в том числе, особо опасных.
3. Развитие процессов деградации пахотных почв и в частности - водной эрозии.
4. Сокращение биологического разнообразия и снижение способности природы поддерживать человеческую деятельность.
5. Высокий уровень водопотребления в производстве и хозяйстве при низкой водообеспеченности.
6. Существенный рост загрязнения атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта.

7. Высокий уровень загрязнения атмосферы вредными выбросами газов и пыли, от внешних (смежные области) источников.

8. Возрастание экологического ущерба от хозяйственной деятельности, вызванное снижением способности природы к восстановлению [28].

Но в целом, улучшение качества воздуха в области является заслугой эффективной работы очистных сооружений. Благодаря современной системе очистки воздуха от стационарных источников загрязнения, серьезной угрозы для экологии области на данный момент нет.

## **1.2 Растения как биоиндикаторы состояния окружающей среды**

В связи с высоким уровнем развития промышленности в настоящее время необходимо вести постоянный контроль над состоянием окружающей среды. Данные наблюдения называются экологическим мониторингом [21].

Термин «экологический мониторинг» определяется экологами следующим образом:

- система наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биоте, вызванных факторами антропогенного происхождения;
- слежение за биологическими объектами и мониторинг с помощью биоиндикаторов;
- определение состояния живых систем на всех уровнях организации и отклика их на загрязнение среды [5].

Биоиндикацией – называют методы оценки биотических и абиотических факторов с помощью биологических систем. Из этого следует, что растения могут использоваться для оценки состояния окружающей среды, так как их жизненные функции тесно связаны со средой обитания [1].

Виды-биоиндикаторы должны отвечать следующим требованиям:

- а) доказательно исследованные;
- б) методически хорошо отработаны;

- в) имеют адекватный отклик измеряемых параметров на изменение экологической обстановки;
- г) обладают достаточной чувствительностью;
- д) довольно широко распространены по всей исследуемой территории, при этом являются массовыми видами;
- е) подходят для сбора;
- ж) удобны для обработки и хранения;
- з) имеют четкие и удобно читаемые изменяющиеся признаки, пригодные для замеров в практической работе [13].

Индикаторная роль растений заслуживает большого внимания. Очень многие специалисты используют в своей исследовательской и практической деятельности растения индикаторы (геологи, гидрологи, почвоведы, землестроители, лесоводы, археологи, климатические экологи и др.) [26].

Растения очень быстро реагируют на изменение внешних условий. От характера почвенного покрова распространение получают различные виды растений. Вредное воздействие выхлопных газов автотранспорта на некоторых растениях сказывается очень сильно. Поэтому эти растения можно использовать для оценки состояния окружающей среды (особенно в особо опасных участках скопления продуктов распада). О повышенной концентрации выхлопных газов говорят следующие признаки поражений у вегетативных органов растений: засыхание кончиков листьев, изменение окраски листовой пластины, появление на них белых пятен, замедление роста растения [20].

### **1.3 Влияние антропогенных факторов на листовую аппарат древесных растений**

Качество воздуха городской среды зависит от уровня промышленного развития города. Характер загрязнения воздушной среды зависит от вида

промышленности в каждом конкретном городе. Наибольший вред наносит растениям оксид серы (IV). Его вредное воздействие сказывается появлением у растений некроза листовой пластины, обесцвечиванием, хлорозом листьев, а также замедлением роста растений [31].

Более конкретно результаты воздействия вредных факторов среды на высшие растения представлены в таблице 1.

Таблица 1 Влияние антропогенных факторов на жизнедеятельность растений

Загазованность	Проникая через устьица листовой пластины, вредные химические вещества нарушают обмен веществ, угнетая деятельность клеток
Задымленность и запыленность воздуха	Частицы пыли, покрывая поверхность растений, препятствуют фотосинтезу и газообмену
Засоление почвы	Изменение водно-солевого состава почвы ведет к физиологическим нарушениям, приводящих к гибели растения
Асфальтирование, уплотнение и каменистость почвы	Нарушает газообменный и водный режимы, приводящих к физиологическим нарушениям и гибели растений
Подземное воздействие на корневую систему	Вибрации и излишнее тепло от теплоцентралей оказывают негативное влияние на растения
Неправильные и стихийные посадки	Деревья утрачивают естественную форму кроны, и не дают солнечным лучам проникнуть к земле, посадки теряют свою защитную функцию
Освещение в ночное время	Нарушает естественные суточные ритмы

К загрязнению атмосферного воздуха, которое вызвано промышленными предприятиями и автотранспортом, в значительной степени чувствительны репродуктивные органы растений, что приводит к снижению их продуктивности. Кроме этого огромное влияние загрязнители оказывают на прорастание семян и рост молодых насаждений [33].

Так же негативное воздействие на листовую пластину оказывают газообразные загрязняющие вещества. Пыль, которая оседает на листьях, сокращает поступление солнечного света, а пыль, попавшая в почву, изменяет ее кислотность, и содержание микроэлементов [30].

Но не все растения настолько чувствительны к угнетающему воздействию среды. Устойчивость некоторых видов растений связана с особенностями их строения (восковой налет у листьев, тип устьичного аппарата, общая площадь поверхности растения). Поэтому, растения, у которых листовая пластинка имеет более плотный восковой налет, менее чувствительны к негативному воздействию вредных факторов среды [26].

При предельно-допустимой концентрации промышленных газов в воздухе у деревьев возникает некроз листьев, снижается скорость роста боковых побегов, количество и площадь листьев на годичных побегах, уменьшение массы листьев, сокращение сроков жизни деревьев. Так же стоит отметить, что в городах у деревьев листья мельче, но при этом имеют большую толщину и более мелкие клетки. У таких листьев меньше толщина верхней эпидермы, кутикулы, толщина и количество слоев столбчатого мезофилла [24].

Важным показателем, по которому можно определить степень влияния вредных факторов среды, является площадь листовой пластинки. В результате множественных морфометрических измерений можно отметить, что каштан и береза показывают среднее отклонение признака, а липа и тополь сильное изменение признака. Так же прослеживается тенденция снижения площади листовой пластинки с увеличением транспортной нагрузки. Хотя в промышленной зоне наоборот наблюдалось небольшое увеличение площади листьев [20].

Все растения реагируют на состояние окружающей среды и морфологически, и физиологически. В роли индикатора загрязнения атмосферного воздуха нами были взяты береза повислая, или бородавчатая

(*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.) и тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis* Roz.)

#### **1.4 Морфо-биологическое описание березы повислой или бородавчатой (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh))**

Береза повислая, или бородавчатая (*Betula pendula* ROTH (*B. verrucosa* EHRH.) – древесное растение Семейства Березовые (BETULACEAE) это крупное листопадное дерево высотой до 20-25 м с ажурной кроной (7-12 м в диаметре) и до 80 см в диаметре ствола, с поникающими тонкими ветвями.

Корневая система хорошо развита, но проникает в почву относительно неглубоко, поэтому деревья часто подвергаются ветровалу. Кора снежно-белая, отслаивающаяся тонкими пластинками, у старых деревьев ствол в основании с глубокими черными трещинами. Ветви молодых растений и порослевых побегов покрыты бородавочками, без опушения [6].

Листья очередные, треугольно-ромбические или ромбически-яйцевидные, с клиновидными основаниями или почти плоско обрезанные, длиной 3,5-7 см и шириной 2,5-5,5 см, с сильно оттянутой заостренной верхушкой, голые, кожистые, с обеих сторон гладкие, дваждыпильчатые по краям, с короткими черешками [10].

Цветки мелкие, невзрачные, раздельнополые, собраны в разнополые соцветия-сережки, расположенные на одном и том же дереве, то есть растения однодомные. Мужские сережки сучены по 2-3 на концах ветвей, они повислые, длиной 5-6 см. Женские сережки расположены по одной на коротких боковых веточках, имеющих 2-3 листа; они короче мужских (их длина 2,5-3 см), но толще, до 1 см в диаметре. Мужские цветки с 2 прицветничками, 4-членным слаборазвитым околоцветником и 2-3 тычинками с раздвоенными пыльниками, отчего кажется, что тычинок 4-6. Женские

цветки тоже с 2 прицветничками, но без околоцветника, с 2 нитевидными рыльцами. Опыление осуществляется ветром [11].

Ветром же разносятся и односемянные продолговато-эллиптические плоды-орешки. Они имеют два специальных перепончатых выроста, называемых крылышками, которые в 2-3 раза шире самого орешка и обеспечивают его летучесть.

Береза – одно из наиболее рано распускающих листву деревьев. В условиях Средней полосы России обычно это происходит в начале мая и даже в конце апреля. Одновременно береза цветет. Плоды созревают в июле – августе и сразу начинают опадать, но основная масса их облетает в августе – сентябре, лишь немногие плодовые сережки не рассыпаются до зимы. Листопад у березы ранний – после первых заморозков листья интенсивно желтеют и начинают облетать [13].

Распространена береза повислая в северной половине Европы (в том числе в лесной и лесостепной части России) и в Западной Сибири. В Средней России встречается повсеместно. Широко разводится в населенных пунктах (вдоль улиц, в парках, скверах, у домов), в придорожных и полевых насаждениях [11].

### **1.5 Морфо-биологическое описание тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.)**

Тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis* Roz.) – древесное растение Семейства Ивовые. Мощное листопадное дерево, обладает узкой колонновидной кроной, с сильными ветвями, растущими вверх. Ствол высотой до 40 м, прямой, диаметром до 1м, с тёмно-серой, с мелкими трещинами корой. Кора молодого дерева гладкая, серая. Почти от основания с пирамидальной или узкопирамидальной кроной, которая образована направленными вверх или косо вверх ветвями [18].

Листья широкотреугольные с клиновидным основанием или ромбические, очерёдные, длиной 6-8 см, голые, на сплюснутом черешке, душистые, по краю мелкозубчатые, блестящие, сверху тёмно-зелёные, снизу сизоватые. Листопад в конце октября – начале ноября.

Цветки мелкие, собранные в серёжки: мужские – длиной до 8 см, с пурпурными пыльниками, женские – длиной до 15 см, рыльца жёлтые, завязь шаровидная зелёная.

Цветение в марте-апреле (до или одновременно с распусканием листьев). Плоды яйцевидные коробочки, раскрывающиеся 2-4 створками, содержат много мелких семян с шелковистыми волосками возле основания (тополиный пух). Созревают в мае-июне [13].

Корневая система хорошо развита, обширная и глубокая, но много длинных корней и на поверхности. Хорошо растёт на суглинках, обычных садовых (плодородных, оструктуренных), слабокислых, нейтральных почвах, может расти на тяжёлых (глинистых, илистых, заплывающих) почвах. Выносит некоторое засоление почвы при достаточной её влажности.

Размножение производят семенами, черенками, корневыми отрезками, пневой порослью. Семена быстро теряют всхожесть. Двудомное растение, поэтому для хорошего плодоношения необходимо достаточно близко располагать мужские и женские деревья. Дерево является обильным пыльценосом. Пчелы собирают с него клейкое вещество, которое превращают в прополис [32].

Тополь обогащает воздух фитонцидами – биологически активными веществами, подавляющими рост и развитие болезнетворных микробов. Снижает шум, очищает воздух от пыли и газа. Круглосуточно насыщает атмосферу углекислым газом. У других деревьев процесс фотосинтеза осуществляется только в светлое время суток.

Тополь эффективно очищает воздух от пыли, газов и вредных примесей, поэтому незаменим для озеленения крупных городов [29].



## 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Образцы листьев березы повислой, или бородавчатой (*Betula pendula* ROTH (*B. verrucosa* ENRH.) собирали в мае – июне 2017 года в четырех различных участках п.Северный:

№1 – улица Садовая;

№2 – улица Олимпийская (МОУ «Северная СОШ № 2»);

№3 – улица Октябрьская;

В качестве контрольной точки был выбран участок в районе улицы Дальняя (Северный – 20а).

Образцы листьев тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.) собирали в июле – августе 2017 года в четырех различных участках п.Северный:

№1 – улица Мира;

№2 – улица Олимпийская (ДК «Северный»);

№3 – улица Шоссейная;

В качестве контрольной точки был выбран участок в районе улицы Центральная (Северный – 20а).

Карта-схема п.Северный с указанием исследуемых участков приведена в приложении А.

Всего с каждого исследуемого участка было взято 50 листьев.

Для проведения морфометрических измерений листьев березы повислой или бородавчатой и тополя пирамидального (а именно измерения длины черешка) использовался штангенциркуль. Часть листьев была гербаризирована.

Для определения площади листьев березы повислой или бородавчатой и тополя пирамидального использовалась электронная компьютерная программа «ARFill Ink&Toner Coverage Meter». На сканер кладется плотная прозрачная пленка, на пленку раскладываются листья исследуемого растения, поверхность которых должна быть предварительно просушена.

Листовые пластинки сканируются. Полученный результат сохраняется в виде бинарного изображения (черно-белого). Полученное бинарное изображение загружается в программу APFill Ink&Toner Coverage Meter, запускается расчет площади заполнения листа чернилами выраженный в процентах.

Далее путем расчетов по формуле:

$$S = I \cdot A,$$

где  $S$  – площадь сканированных листов;  $I$  – показатель заполнения листа чернилами, %;  $A$  – площадь А4 ( $297 \cdot 210$  мм<sup>2</sup>).

Получаем площадь сканированных листов.

Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики. С помощью непарного (двухвыборочного) t-критерия Стьюдента определяли достоверность различий между значениями признаков сравниваемых групп. За уровень статистически значимых принимали изменения при  $p < 0,05$ .

### 3 ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1 Длина черешков березы повислой или бородавчатой на исследуемых участках в сравнении с контрольным

Данные по определению длины черешка березы повислой или бородавчатой (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.)) на трех исследуемых участках в сравнении с контрольным участком приведены в таблице 2.

Таблица 2 Длина черешка березы повислой или бородавчатой на исследуемых участках и на контрольном участке

№п/п	Длина черешка, мм			
	Контрольный участок	Участок №1	Участок №2	Участок №3
1	29	18	26	22
2	26	24	15	30
3	13	10	26	17
4	19	13	10	31
5	22	22	19	10
6	24	18	14	23
7	32	17	25	30
8	25	14	22	11
9	23	26	17	16
10	13	29	21	21
11	26	13	26	18
12	14	18	22	31
13	27	29	26	17
14	32	28	26	22
15	21	29	31	11
16	12	26	15	27
17	24	13	21	20
18	11	10	21	31
19	20	15	32	15
20	30	18	21	17
21	21	30	27	12
22	20	27	28	26
23	15	23	32	27
24	16	14	29	26
25	20	16	14	25
26	26	22	17	29
27	32	30	24	10
28	13	30	31	10
29	17	16	12	19

Продолжение таблицы 2

30	25	20	25	25
31	23	15	13	10
32	21	10	21	19
33	30	10	14	12
34	29	28	13	13
35	21	23	17	10
36	20	12	12	22
37	29	31	30	26
38	25	22	29	25
39	31	12	14	11
40	10	10	24	23
41	31	20	14	20
42	32	27	14	21
43	28	18	15	28
44	25	10	29	20
45	13	25	29	23
46	32	12	19	22
47	18	20	30	19
48	22	24	15	29
49	23	31	11	27
50	30	10	21	13

Графически средняя длина черешка листьев березы повислой по сравнению с контрольным участком указана на рисунке 1.

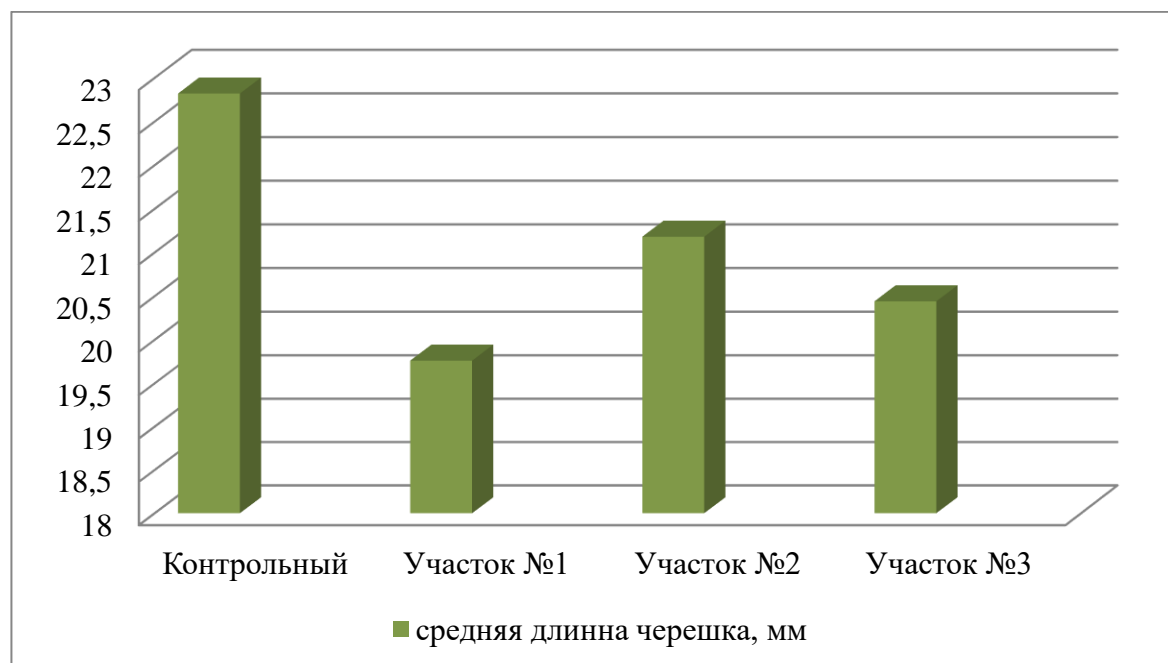


Рисунок 1 – Средняя длина (в мм) черешка листьев березы повислой по сравнению с контрольным участком

### 3.2 Площадь листьев березы повислой или бородавчатой на исследуемых участках и на контрольном участке

Данные по определению площади листьев березы повислой или бородавчатой (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.)) на трех исследуемых участках в сравнении с контрольным участком приведены в таблице 3.

Таблица 3 Площадь листьев березы повислой или бородавчатой на исследуемых участках и на контрольном участке

№п/п	Площадь листьев, мм <sup>2</sup>			
	Контрольный участок	Участок №1	Участок №2	Участок №3
1	528,3	142,8	218,9	218,3
2	324,9	142,2	250,1	250,1
3	229,5	183,4	219,5	220,2
4	336,8	161,5	207,7	208,3
5	284,4	194,6	229,5	329,3
6	197,1	127,9	349,9	240,7
7	288,8	104,8	281,3	301,2
8	205,2	126	244,5	215,2
9	337,4	96,7	194,6	222
10	234,5	155,9	244,5	217
11	232,6	105,4	281,9	228,3
12	287,5	81,7	180,2	202,7
13	234,5	95,4	310,6	261,3
14	311,9	91,7	223,9	197,1
15	249,5	142,8	328,7	165,9
16	321,2	122,2	240,7	286,9
17	460,3	149,1	300,6	234,5
18	296,9	112,3	214,6	311,9
19	281,9	125,4	222	232
20	528,3	79,2	217	249,5
21	197,1	102,9	228,9	321,2
22	289,4	121,6	202,7	460,3
23	284,4	104,2	261,3	296,3
24	337,4	142,2	196,5	281,9
25	386,1	205,2	165,9	288,8
26	340,5	158,4	224,5	285
27	378	162,2	235,8	386,1
28	349,3	154,1	297,5	341,2
29	229,5	130,4	180,9	349,9
30	336,8	120,4	206,4	224,5
31	234,5	136	183,4	235,1
32	249,5	125,4	263,2	297,5

Продолжение таблицы 3

33	205,2	145,9	274,4	104,8
34	324,9	114,8	227	126,6
35	284,4	114,8	271,9	96
36	288,8	128,5	170,3	156,5
37	234,5	118,5	235,1	104,8
38	311,9	151,6	388,6	81,1
39	287,5	149,1	301,9	95,4
40	460,3	146,6	251,4	91,1
41	296,9	146,6	216,4	142,2
42	321,2	154,7	213,3	122,2
43	284,4	146,6	261,3	149,1
44	281,9	160,3	222,7	112,3
45	289,4	155,9	300,6	126
46	232,6	158,4	267,6	79,2
47	378	162,8	238,9	156,5
48	386,1	166,5	221,4	157,8
49	340,5	154,7	200,8	162,2
50	349,3	145,9	213,9	166,5

Графически средние значения площади листьев березы повислой по сравнению с контрольной точкой представлены на рисунке 2.

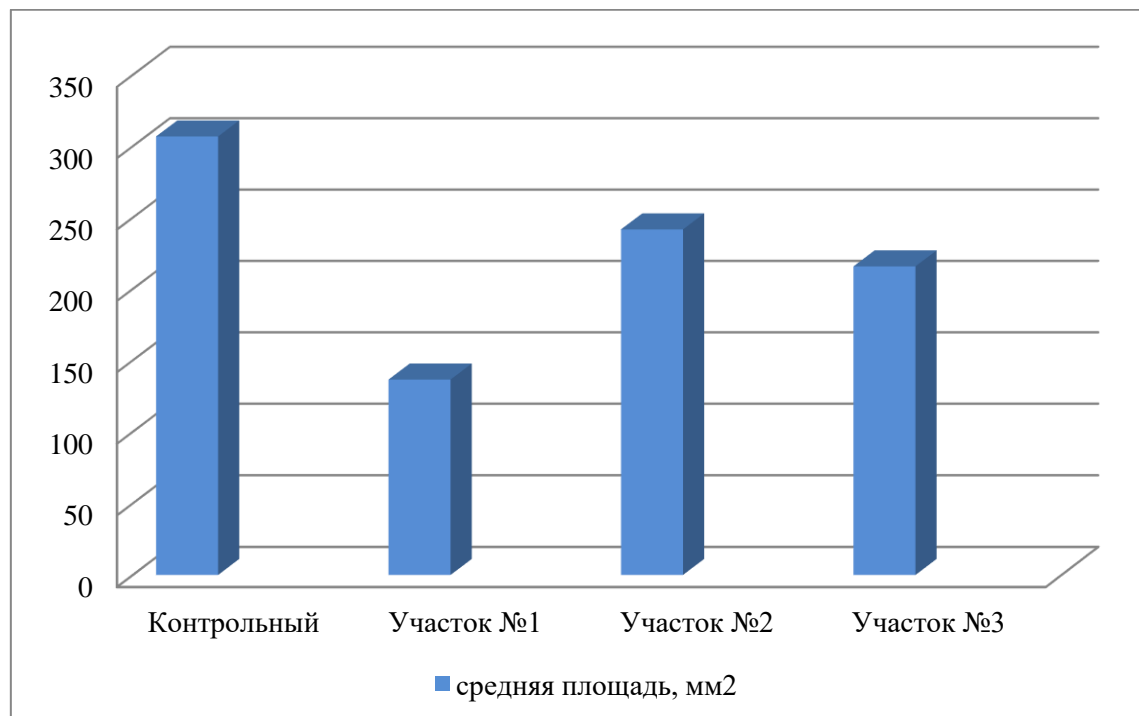


Рисунок 2 – Средние значения площади (мм<sup>2</sup>) листьев березы, повислой по сравнению с контрольной точкой

### 3.3 Длина черешков тополя пирамидального на исследуемых участках в сравнении с контрольным

Данные по определению длины черешка черешков тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.) на трех исследуемых участках в сравнении с контрольным участком приведены в таблице 4.

Таблица 4 Длина черешка тополя пирамидального на исследуемых участках и на контрольном участке

№п/п	Длина черешка, мм			
	Контрольный участок	Участок №1	Участок №2	Участок №3
1	45	47	36	32
2	43	46	39	42
3	33	35	37	41
4	49	45	30	39
5	53	43	40	45
6	43	42	35	47
7	45	39	46	48
8	50	50	39	40
9	49	42	36	45
10	57	34	35	33
11	47	51	40	32
12	43	46	26	39
13	43	47	38	40
14	46	43	40	34
15	49	39	37	40
16	45	45	42	40
17	43	40	46	44
18	44	45	28	40
19	48	40	39	45
20	45	37	33	43
21	45	41	38	40
22	45	31	27	35
23	57	44	35	34
24	47	44	43	44
25	46	31	34	43
26	42	47	38	39
27	46	39	42	44
28	52	40	29	41
29	48	42	32	47
30	45	34	39	37
31	44	32	35	44
32	41	45	30	43

Продолжение таблицы 4

33	50	40	31	37
34	48	42	32	33
35	39	42	41	40
36	40	47	32	54
37	41	43	39	37
38	50	42	34	37
39	44	44	44	42
40	47	41	47	37
41	52	46	35	48
42	53	47	33	41
43	40	43	35	37
44	48	41	40	45
45	44	37	29	36
46	46	48	28	32
47	39	47	37	29
48	53	42	31	41
49	42	43	34	43
50	57	49	33	51

Графически средняя длина черешка листьев тополя пирамидального по сравнению с контрольным участком указана на рисунке 3.

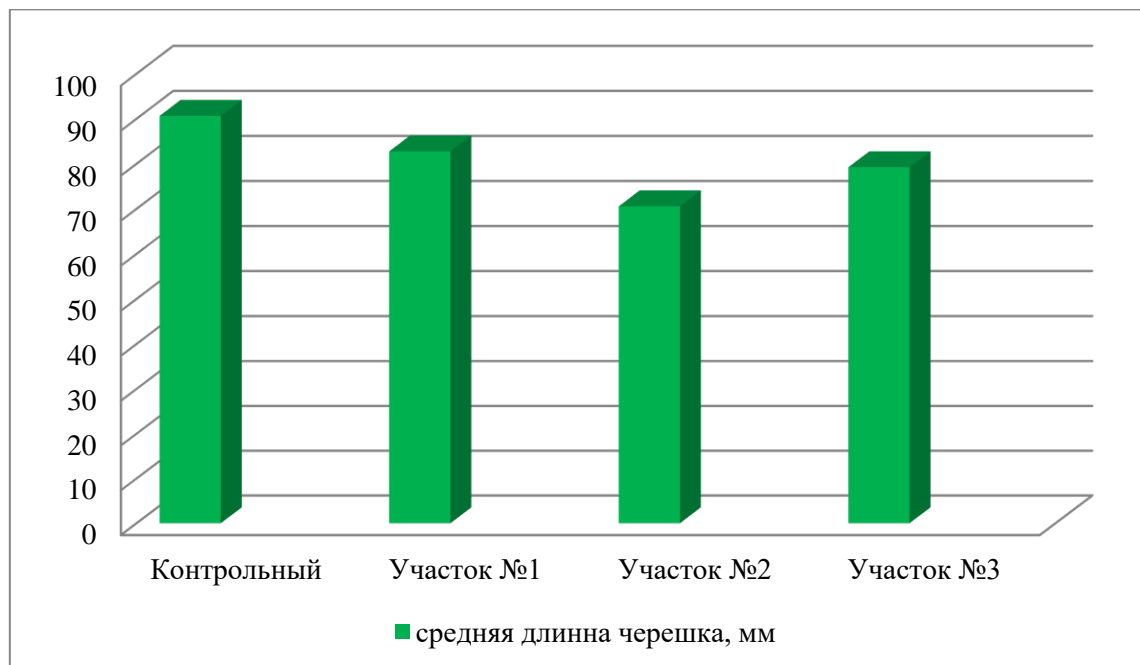


Рисунок 3 – Средняя длина (в мм) черешка листьев тополя пирамидального по сравнению с контрольным участком



### 3.4 Площадь листьев тополя пирамидального на исследуемых участках и на контрольном участке

Данные по определению площади листьев тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.) на трех исследуемых участках в сравнении с контрольным участком приведены в таблице 5.

Таблица 5 Площадь листьев тополя пирамидального на исследуемых участках и на контрольном участке

№п/п	Площадь листьев, мм <sup>2</sup>			
	Контрольный участок	Участок №1	Участок №2	Участок №3
1	271,31	322,45	308,73	207,69
2	438,46	229,52	281,91	173,39
3	265,7	268,19	385,45	241,37
4	407,28	365,49	208,32	286,28
5	420,37	228,9	358	327,44
6	294,39	324,32	280,67	293,76
7	333,06	256,96	271,93	222,04
8	373,6	338,67	316,84	270,06
9	446,57	250,73	245,11	261,33
10	289,4	278,79	243,24	270,69
11	312,47	266,32	226,4	143,45
12	475,88	303,74	255,72	261,33
13	300,62	278,17	244,49	248,23
14	258,21	235,76	210,81	343,04
15	326,2	283,16	309,36	324,32
16	290,64	298,75	193,97	210,81
17	324,32	228,27	290,02	308,73
18	269,44	246,99	217,05	243,24
19	250,73	271,93	206,44	265,7
20	364,24	329,31	477,13	237,01
21	209,56	354,89	252,6	339,29
22	278,17	185,86	296,88	240,75
23	227,03	333,68	227,03	213,93
24	257,59	387,32	242	339,92
25	286,28	313,72	312,47	170,89
26	304,37	251,35	175,26	229,52
27	251,97	247,61	205,2	309,36
28	394,8	303,74	339,92	281,91
29	318,71	388,57	307,48	214,55
30	272,56	415,38	261,95	219,54
31	281,29	222,04	334,3	285,65
32	404,16	363,62	286,28	197,71
33	359,87	265,07	248,86	265,07
34	217,05	240,12	185,86	266,32

Продолжение таблицы 5

35	300,62	309,36	314,34	255,09
36	199,58	265,7	358	288,15
37	320,58	384,2	313,1	274,43
38	307,48	243,24	262,58	246,36
39	377,96	294,39	271,93	259,46
40	217,67	250,73	347,4	268,19
41	515,18	215,8	217,05	188,98
42	411,64	376,71	303,74	187,73
43	271,93	256,96	284,41	285,03
44	394,8	197,71	280,67	263,83
45	250,1	285,65	260,71	245,74
46	324,95	195,84	320,58	146,57
47	291,27	197,09	202,08	343,66
48	355,51	229,52	200,83	466,53
49	425,99	227,65	238,88	175,26
50	318,09	213,93	283,78	332,43

Графически средние значения площади листьев тополя пирамидального по сравнению с контрольной точкой представлены на рисунке 4.

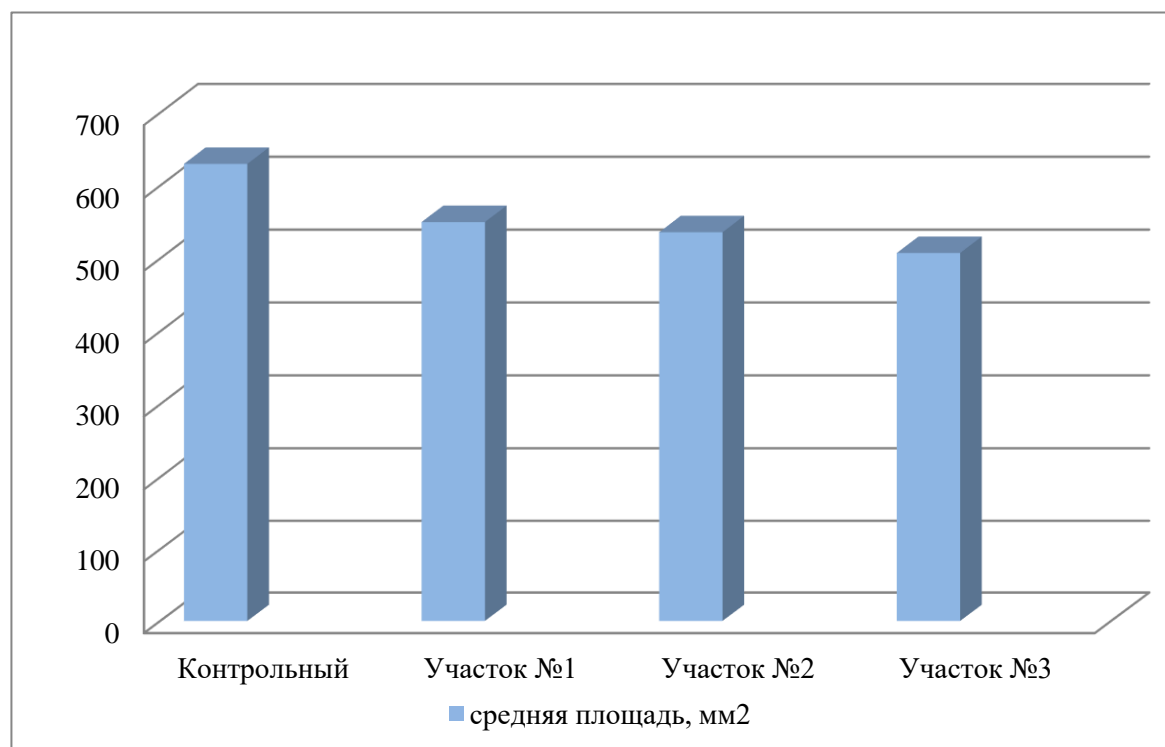


Рисунок 4 – Средние значения площади (мм<sup>2</sup>) листьев тополя пирамидального по сравнению с контрольной точкой

### 3.5 Анализ полученных результатов

Средние значения длины черешка листьев березы повислой или бородавчатой на исследуемых участках в сравнении с контрольной точкой представлены в таблице 6.

Таблица 6 Сводная таблица результатов среднего значения длины черешка листьев березы повислой или бородавчатой

Наименование исследуемого участка	Средняя длина черешка, мм	± по сравнению с контролем
Контрольный	22,82	–
Участок №1	19,76	-3,06
Участок №2	21,18	-1,64
Участок №3	20,44	-2,38

Средние значения длины черешка листьев березы повислой или бородавчатой на исследуемых участках в сравнении с контрольной точкой представлены в таблице 7.

Таблица 7 Сводная таблица результатов среднего значения площади листьев березы повислой или бородавчатой

Наименование исследуемого участка	Средняя площадь, мм <sup>2</sup>	± по сравнению с контролем
Контрольный	306,84	–
Участок №1	136,52	-170,32
Участок №2	241,71	-65,13
Участок №3	215,81	-91,03

На основании полученных результатов (таблицы 6, таблицы 7) можно отметить, что средняя длина черешков Березы повислой или бородавчатой на Участке №1 составила 19,76 мм, что на 3,06 мм меньше по сравнению с контролем; средняя длина черешков на Участке №2 составила 21,18 мм, что на 1,64 мм меньше по сравнению с контролем; на Участке №3 площадь составила 20,44 мм, что на 2,32 мм меньше по сравнению с контролем. По степени уменьшения средних значений длины черешков листьев можно расположить в следующий ряд:

Контроль > Участок №2 > Участок №3 > Участок №1.

Средняя площадь листьев Березы повислой или бородавчатой на Участке №1 составила 136,52 мм<sup>2</sup>, что на 170,32 мм<sup>2</sup> меньше по сравнению к контрольному участку; на Участке №2 средняя площадь листьев – 241,71 мм<sup>2</sup>, что на 65,13 мм<sup>2</sup> меньше по сравнению с контролем; средняя площадь листьев на Участке №3 – 215,81 мм<sup>2</sup>, что на 91,03 мм<sup>2</sup> меньше по сравнению с контролем. По степени уменьшения средних значений площади листьев можно расположить в следующий ряд:

Контроль > Участок №2 > Участок №3 > Участок №1.

Средние значения длины черешка листьев тополя пирамидального на исследуемых участках в сравнении с контрольной точкой представлены в таблице 8.

Таблица 8 Сводная таблица результатов среднего значения длины черешка листьев тополя пирамидального

Наименование исследуемого участка	Средняя длина черешка, мм	± по сравнению с контролем
Контрольный	90,63	–
Участок №1	82,75	-7,88
Участок №2	70,55	-20,08
Участок №3	79,22	-11,41

Средние значения площади листьев тополя пирамидального на исследуемых участках в сравнении с контрольной точкой представлены в таблице 9.

Таблица 9 Сводная таблица результатов среднего значения площади листьев тополя пирамидального

Наименование исследуемого участка	Средняя площадь, мм <sup>2</sup>	± по сравнению с контролем
Контрольный	629,79	–
Участок №1	549,96	-79,83
Участок №2	535,99	-93,81
Участок №3	507,52	-122,27

На основании полученных результатов (таблицы 8, таблицы 9) можно отметить, что средняя длина черешков Тополя пирамидального на Участке №1 составила 82,75 мм, что на 7,88 мм меньше по сравнению с контролем; средняя длина черешков на Участке №2 составила 70,88 мм, что на 20,08 мм меньше по сравнению с контролем; на Участке №3 площадь составила 79,22 мм, что на 11,41 мм меньше по сравнению с контролем. По степени уменьшения средних значений длины черешков листьев можно расположить в следующий ряд:

Контроль > Участок №1 > Участок №3 > Участок №2.

Средняя площадь листьев Тополя пирамидального на Участке №1 составила 549,96 мм<sup>2</sup>, что на 79,83 мм<sup>2</sup> меньше по сравнению к контрольному участку; на Участке №2 средняя площадь листьев – 535,99мм<sup>2</sup>, что на 93,81 мм<sup>2</sup> меньше по сравнению с контролем; средняя площадь листьев на Участке №3 – 507,52 мм<sup>2</sup>, что на 122,27 мм<sup>2</sup> меньше по сравнению с контролем. По степени уменьшения средних значений площади листьев можно расположить в следующий ряд:

Контроль > Участок №1 > Участок №2 > Участок №3.

Все полученные данные статистически обработаны и находятся в зоне значимости (Приложение Б).

## ВЫВОДЫ

1. Длина черешков и площадь листьев Березы повислой или бородавчатой (*Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.)) на Участке №1 имели меньшие значения по сравнению с контролем. По степени уменьшения средних значений можно расположить в следующий ряд: Контроль > Участок №2 > Участок №3 > Участок №1.

2. Средние значения измерений Тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Roz.) составили: длина черешков на Участке №2 имеет меньшие значения по сравнению с контролем. По степени уменьшения средних значений длины черешков листьев можно, расположить в следующий ряд: Контроль > Участок №1 > Участок №3 > Участок №2. Площадь листьев на Участке №3 имеет меньшие значения по сравнению с контролем. По степени уменьшения средних значений площади листьев можно расположить в следующий ряд: Контроль > Участок №1 > Участок №2 > Участок №3.

3. Достаточно много пораженных листьев наблюдалось на втором участке у березы повислой и на третьем участке у тополя пирамидального, что связано с наиболее интенсивным движением автотранспорта.

4. Полученные данные свидетельствует о том, что наиболее загрязненные участки в поселке Северный находятся на улицах Садовая и Шоссейная. Наиболее чистые улицы Олимпийская и Мира.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева М. В. Оценка состояния окружающей среды в насаждениях в зонах промышленных выбросов с помощью растений-индикаторов. – М.: Наука, 2007. – 18 с.
2. Антимонов Н.А. Природа Белгородской области. – Белгород: БелГУ, 2003. – 140 с.
3. Банников А. Г., Вакулин А. А., Рустамов А. К. Основы экологии и охрана окружающей среды. – М.: Колос, 1999. – 304 с.
4. Баранов В.Д., Устименко Г.В. Мир культурных растений. Справочник. – М.: Мысль, 1994. – 381 с.
5. Барыкина и др. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – М.: МГУ, 2004. – 312 с.
6. Борзова И.А., Самсель Н.В., Чистякова О.Н. Ботаника. Высшие растения. – М.: МГУ, 1978. – 104 с.
7. Воробьев А.Е. Человек и биосфера: Основы взаимодействия, эволюции и самоорганизации. – М.: Просвещение 2000. – 213 с.
8. Вронский В. А. Антропогенное загрязнение атмосферы и растения. – М.: Мир, 1992. – 95 с.
9. Галимская К. К., Родникова Л. И. География Белгородской области. – Воронеж, 1986. – 111 с.
10. Горышина Т.К., Игнатьева М.Е. Ботанические экскурсии по городу. – СПб.: Химиздат, 2000. – 87 с.
11. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С. Иллюстрированный определитель растений средней России. Покрытосемянные (двудольные: раздельнолепестные). – М.: Т-во научных изданий КМК, институт технологических исследований, 2003. – 56 с.
12. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. – М.: Мир, 1979. – 200 с.

13. Двоеглазова А.А. Эколого-биологические особенности древесных и травянистых растений в насаждениях урбаноэкосистемы крупного промышленного центра. – Уфа, 2009. – 21 с.
14. Дегтярь, А. В. Экология Белогорья в цифрах. – Белгород: КОНСТАНТА, 2016. – 122 с.
15. Дорогань Л.В. Морфологические изменения листьев древесных растений в зоне промышленного воздействия. Экология и охрана города Воронежа. – Воронеж: ВГУ, 1990. – 176 с.
16. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 148 с.
17. Кавтарадзе Д. Н., Николаева Л. Ф., Поршнева Е. Б., Флорова Н. Б. Автомобильные дороги в экологических системах (проблемы взаимодействия). – М.: ЧеРо, 2008. – 240 с.
18. Колмогорова Е.Ю. Видовое разнообразие у жизненных состояний древесных и кустарниковых растений в зеленых насаждениях. – Томск, 2005. – 163 с.
19. Комов, С.В., Сикорская Г.П. Экологическое образование. – Екатеринбург, 2007. – 567 с.
20. Котлярова Е. Б., Иванникова Е. Г. Изменение феноритмов некоторых видов древесных растений в связи с загрязнением воздуха. Антропогенное влияние на флору и растительность. – Липецк, 2007. – 125 с.
21. В.В. Куриленко. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем. – СПб.: С.-Петербург. Ун-та, 2004. – 446с.
22. Лозановская И.Н., Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высшая школа, 2008. – 240 с.
23. Новиков А.Н., Иващук О.А., Ставчикова Л.Ф. Влияние Технического Состояния Парка Автомобилей На Загрязнение Атмосферного Воздуха. – М.: Наука, 2012. – 313 с.



24. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 2002. – 334 с.
25. Петин А.Н., Новых Л.Л., Петина В.И. Экология Белгородской области. – М.: МГУ, 2002. – 26 с.
26. Пикалова Ю. М., Киселев А. С. Оценка состояния окружающей среды парков города методом биоиндикации. Антропогенное влияние на флору и растительность. – Липецк, 2007. – 165 с.
27. Подольский В.П., Артюхов В.Г., Турбин В.С. Автотранспортное загрязнение придорожных территорий. –М.: Колос, 2013. – 264 с.
28. Попов А. И., Шейкин В. И. Влияние техногенного загрязнения на древесную растительность. – Белгород, 2006. – 74 с.
29. Рамад, Ф. Основы прикладной экологии. Воздействие человека на биосферу. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 544с.
30. Ступин Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления. – М.: Мир, 2011. – 432 с.
31. Трофименко, Ю.В., Евгеньев Г.И. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда. – М.: Академия, 2006. – 400 с.
32. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация. – Тверь: ТвГУ, 2004. – 178с.
33. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. Учебник. М.: Дрофа, 2014. – 215с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Карта-схема п. Северный с указанием исследуемых участков.

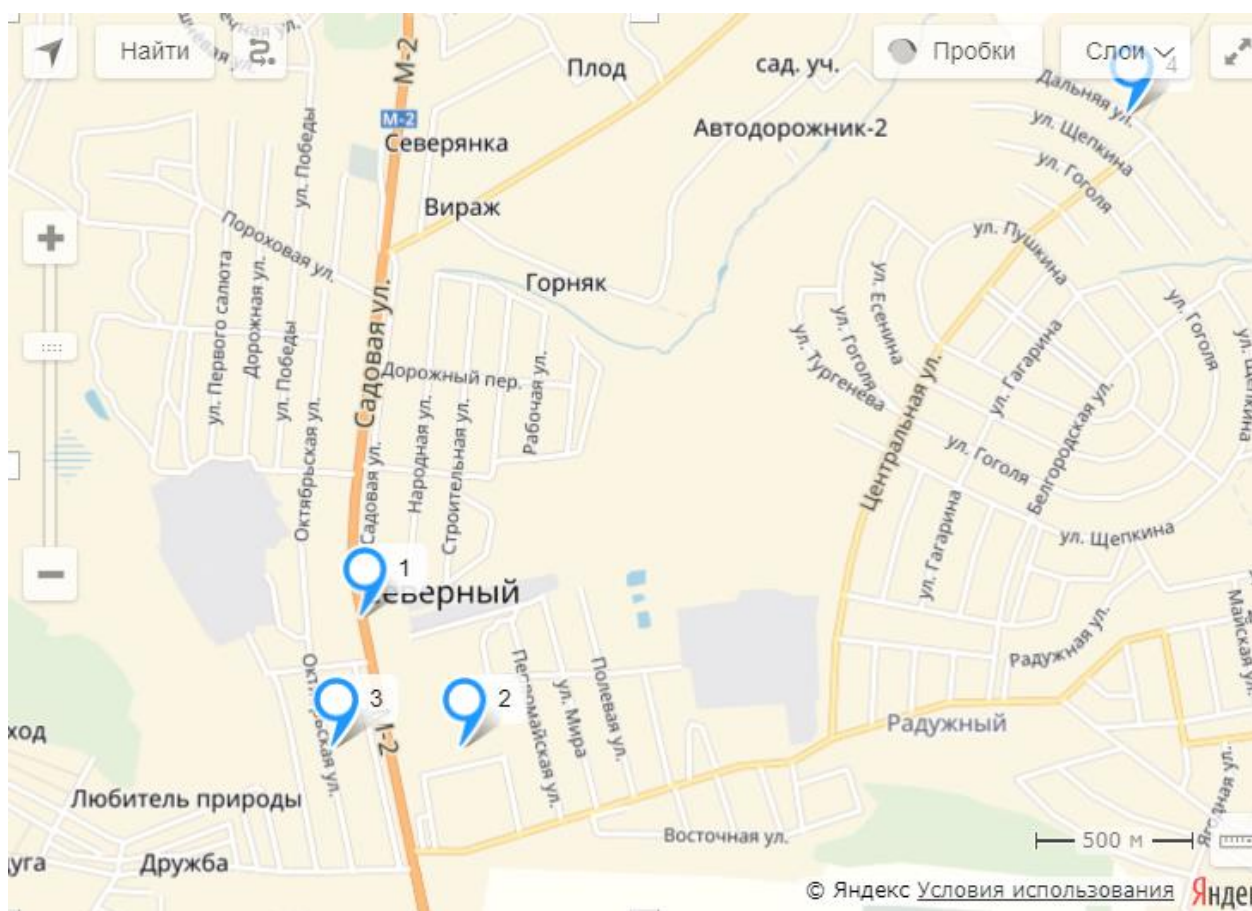


Рисунок А.1 – Карта-схема сбора образцов листьев березы повислой или бородавчатой с указанием исследуемых участков

На карте представлены участки под номерами:

№1 – улица Садовая;

№2 – улица Олимпийская (МОУ «Северная СОШ № 2»);

№3 – улица Октябрьская;

№ 4 – Контрольная точка ул. Дальняя (Северный – 20а).

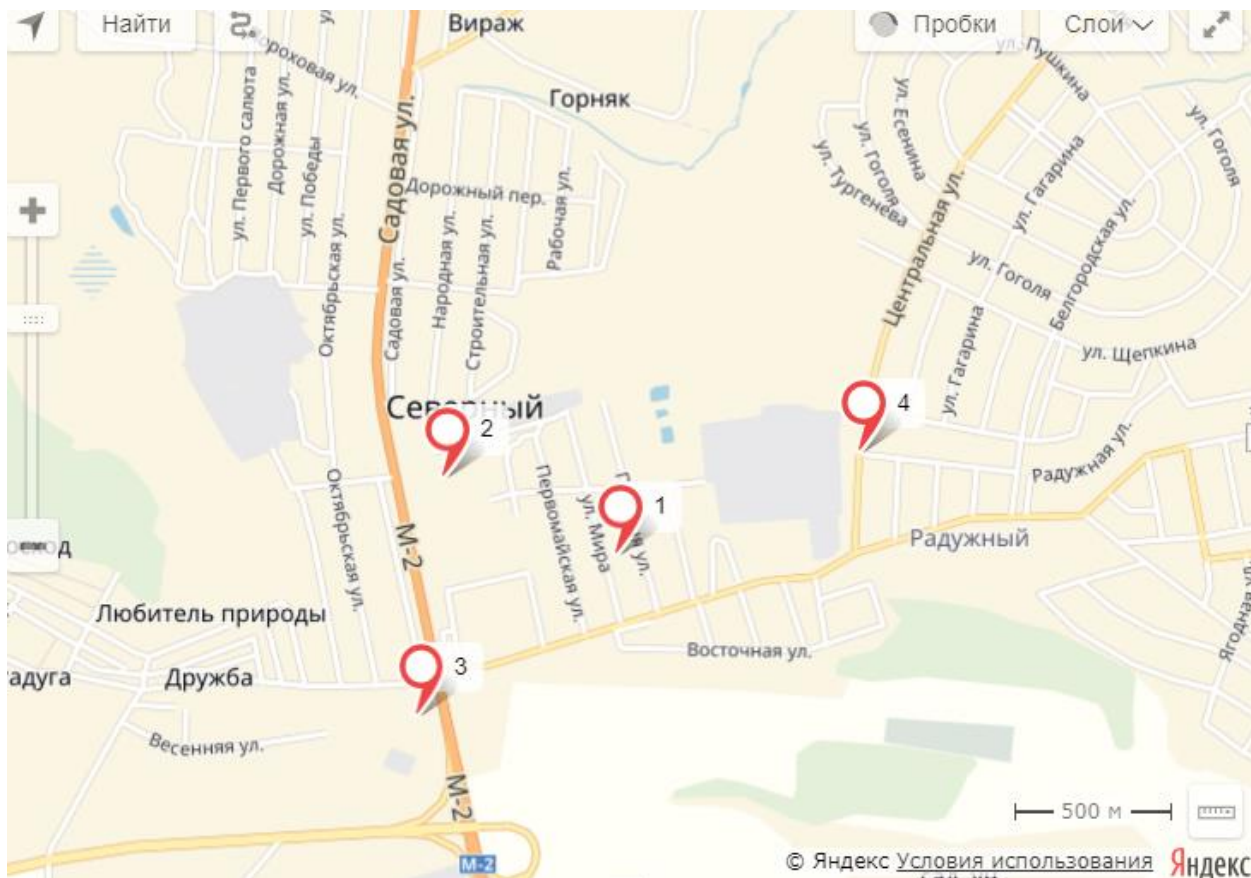


Рисунок А.2 – Карта-схема сбора образцов листьев тополя пирамидального с указанием исследуемых участков

На карте представлены участки под номерами:

№1 – улица Мира;

№2 – улица Олимпийская (ДК «Северный»)

№3 – улица Шоссейная;

№ 4 – Контрольная точка ул. Центральная (Северный – 20а).

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Статистическая обработка данных

Для статистической обработки полученных данных нами использовался критерий Стьюдента.

Результаты по обработке данных по средней длине черешка березы повислой или бородавчатой представлены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Значение t-критерия по средней длине черешка березы повислой или бородавчатой

Наименование участка	Среднее значение длины черешка, мм	Значение t+критерия
Контрольный участок	22,82	0
Участок №1	19,76	2,4
Участок №2	21,18	2,74
Участок №3	20,44	3,65

Контроль – участок №1 (ул. Садовая)

Результат:  $t_{Эмп} = 2.4$

Таблица Б.2 – Критические значения Контроль – Участок №1

$t_{кр}$	
$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$
2	2.68

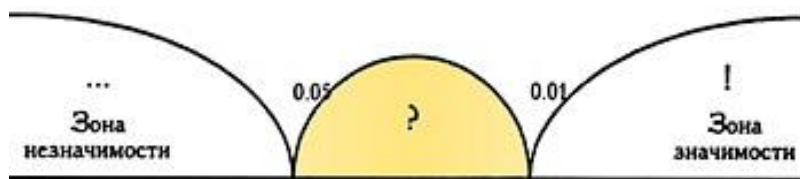


Рисунок Б.1 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №1

Исходя из данных таблицы Б.1 и рисунка Б.1 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t$  (2,4) находится в зоне неопределенности.

Контроль – Участок №2 (ул. улица Олимпийская МОУ СОШ № 2)

Результат:  $t_{\text{эмп}} = 2,74$

Таблица Б.3 – Критические значения Контроль – Участок №2

$T_{\text{кр}}$	
$p \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
1,98	2,63

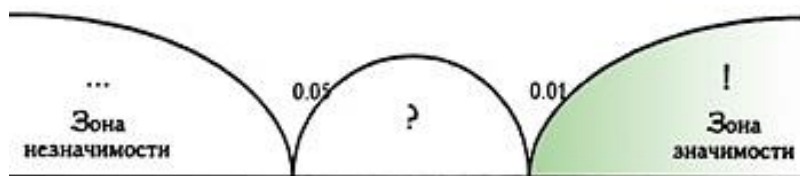


Рисунок Б.2 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №2

Исходя из данных таблицы Б.3 и рисунка Б.2 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t$  (2,74) находится в зоне значимости.

Контроль – Участок №3 (ул.Октябрьская)

Результат:  $t_{\text{эмп}} = 3,65$

Таблица Б.4 – Критические значения Контроль – Участок №3

$T_{\text{кр}}$	
$p \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
1,98	2,63

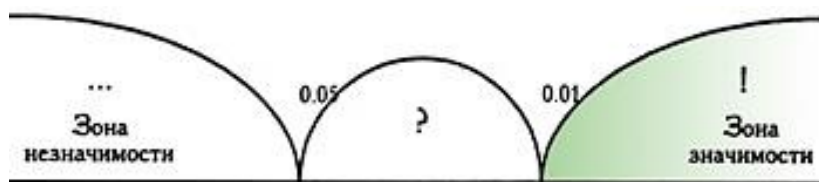


Рисунок Б.3 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №3

Исходя из данных таблицы Б.4 и рисунка Б.3 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t$  (3,65) находится в зоне значимости.

Результаты по обработке данных по средней площади листьев березы повислой или бородавчатой представлены в таблице Б.5.

Таблица Б.5 – Значение t-критерия по средней площади листьев березы повислой или бородавчатой

Наименование участка	Среднее значение площади листьев, мм <sup>2</sup>	Значение t-критерия
Контрольный участок	306,84	0
Участок №1	136,52	2,35
Участок №2	241,71	3,92
Участок №3	215,81	2,43

Контроль – Участок №1 (ул. Садовая)

Результат:  $t_{\text{эмп}} = 2,35$

Таблица Б.6 – Критические значения Контроль – Участок №1

T <sub>кр</sub>	
p ≤ 0,05	p ≤ 0,01
1,98	2,63

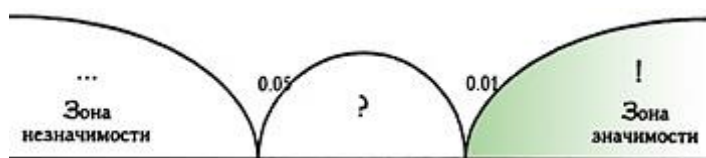


Рисунок Б.4 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №1

Исходя из данных таблицы Б.5 и рисунка Б.4 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t$  (2,35) находится в зоне неопределенности.

Контроль – Участок №2 (ул. Олимпийская МОУ СОШ №2)

Результат:  $t_{\text{эмп}} = 3,92$

Таблица Б.7 – Критические значения Контроль – Участок №2

T <sub>кр</sub>	
P ≤ 0,05	p ≤ 0,01
1,98	2,63

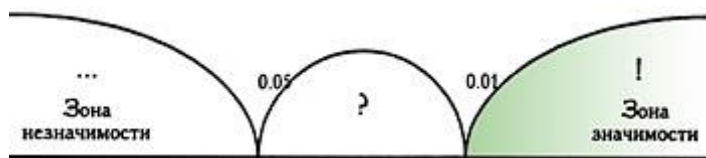


Рисунок Б.5 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №2

Исходя из данных таблицы Б.7 и рисунка Б.5 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t(3,92)$  находится в зоне значимости.

### Контроль – Участок №3 (ул. Октябрьская)

Результат:  $t_{\text{эмп}} = 2,43$

Таблица Б.8 – Критические значения Контроль – Участок №3

$T_{\text{кр}}$	
$P \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
1,98	2,63

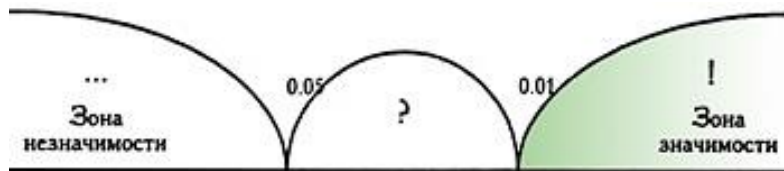


Рисунок Б.6 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №3

Исходя из данных таблицы Б.8 и рисунка Б.6 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t(2,43)$  находится в зоне значимости.

Результаты по обработке данных по средней длине черешка березы повислой или бородавчатой представлены в таблице Б.9.

Таблица Б.9 – Значение t-критерия по средней длине черешка тополя пирамидального

Наименование участка	Среднее значение длины черешка, мм	Значение t-критерия
Контрольный участок	90,63	0
Участок №1	82,75	4,4
Участок №2	70,55	9,7
Участок №3	79,22	5,9

Контроль – Участок №1 (ул. Мира)

Результат:  $t_{эмп} = 4,4$

Таблица Б.10 – Критические значения Контроль – Участок №1

$T_{кр}$	
$p \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
2	2,68

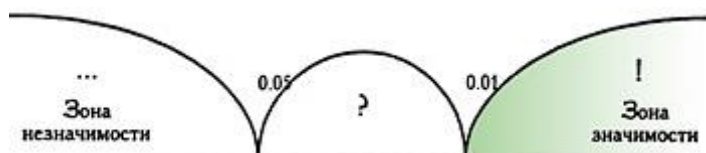


Рисунок Б.7 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №1

Исходя из данных таблицы Б.10 и рисунка Б.7 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t$  (4,4) находится в зоне неопределенности.

Контроль – Участок №2 (ул. Олимпийская ДК «Северный»)

Результат:  $t_{эмп} = 9,7$

Таблица Б.11 – Критические значения Контроль – Участок №2

$T_{кр}$	
$P \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
2	2,68

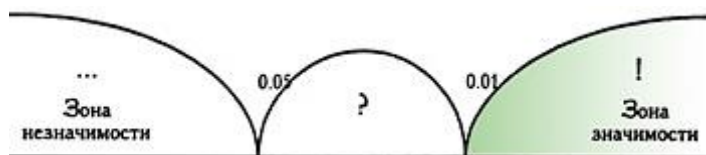


Рисунок Б.8 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №2



Исходя из данных таблицы Б.11 и рисунка Б.8 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t(9,7)$  находится в зоне значимости.

Контроль – Участок №3 (ул. Шоссейная)

Результат:  $t_{\text{эмп}} = 5,9$

Таблица Б.12 – Критические значения Контроль – Участок №3

$T_{\text{кр}}$	
$P \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
2	2,68

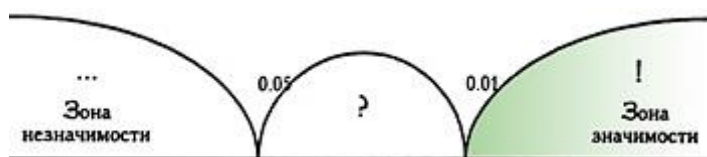


Рисунок Б.9 – Ось значимости критических значений Контроль – Участок №3

Исходя из данных таблицы Б.12 и рисунка Б.9 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t(5,9)$  находится в зоне значимости.

Результаты по обработке данных по средней площади листьев тополя пирамидального представлены в таблице Б.13.

Таблица Б.13 – Значение t-критерия по средней площади листьев тополя пирамидального

Наименование участка	Среднее значение площади листьев, мм <sup>2</sup>	Значение t-критерия
Контрольный участок	629,79	0
Участок №1	549,96	7,3
Участок №2	535,99	4,7
Участок №3	507,52	2,14

Контроль – Участок №1 (ул. Мира)

Результат:  $t_{\text{эмп}} = 7,3$

Таблица Б.14 – Критические значения Контроль – Участок №1

$T_{кр}$	
$p \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
2	2,68

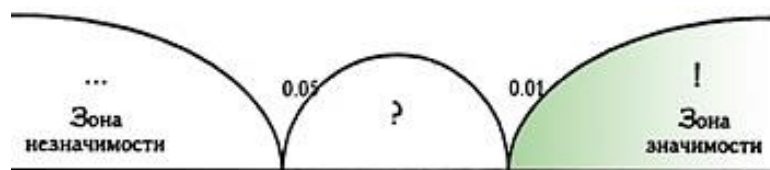


Рисунок Б.10–Ось значимости критических значений Контроль – Участок №1

Исходя из данных таблицы Б.14 и рисунка Б.10 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t$  (7,3) находится в зоне неопределенности.

Контроль – Участок №2 (ул. Олимпийская ДК «Северный»)

Результат:  $t_{эмп} = 4,7$

Таблица Б.15 – Критические значения Контроль – Участок №2

$T_{кр}$	
$P \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
2	2,68

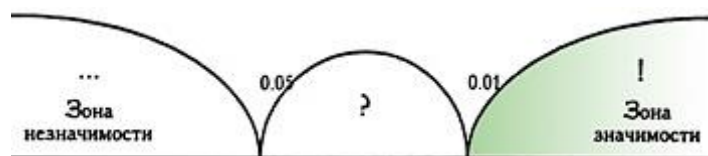


Рисунок Б.11–Ось значимости критических значений Контроль – Участок №2

Исходя из данных таблицы Б.15 и рисунка Б.11 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t$  (4,7) находится в зоне значимости.

Контроль – Участок №3 (ул. Шоссейная)

Результат:  $t_{эмп} = 2,14$

Таблица Б.16 – Критические значения Контроль – Участок №3

$T_{кр}$	
$P \leq 0,05$	$p \leq 0,01$
2	2,68

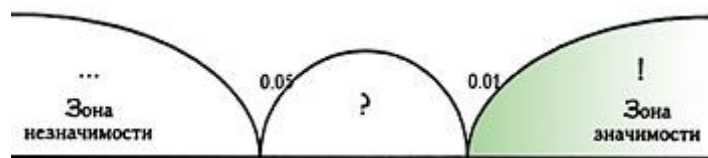


Рисунок Б.12–Ось значимости критических значений Контроль –  
Участок №3

Исходя из данных таблицы Б.16 и рисунка Б.12 можно сказать что, полученное эмпирическое значение  $t(2,14)$  находится в зоне значимости.