XIII ВСЕРОССИЙСКИЙ МОЛОДЁЖНЫЙ КОНКУРС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ ПО ПРОБЛЕМАМ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ, ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«ЮНЭКО»

Секция: Экология среды обитания

Тема:

ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ФИТОЦЕНОЗЫ СЕВЕРНОЙ ОКРАИНЫ Г. ВОРОНЕЖА

Автор: обучающийся 9 класса, Малышева Арина Алексеевна

Научный руководитель: учитель биологии, Мазнев Владислав Юрьевич

Место выполнения работы: МБОУ «СОШ №101» г. Воронеж

2025

Содержание

Введение…….....…….....3

1. Исследование структуры флоры лесопарковых сообществ правобережного лесничества северной окраины г. Воронежа…….....4

2. Методика исследования правобережного лесничества северной окраины г. Воронежа.....4

3. Характеристика растительного компонента объектов исследования.....5

4. Оценка влияния антропогенной нагрузки на фитоценозы северной окраины г. Воронежа….....7

Заключение…….....13

Список литературы…….....14

Введение

Актуальность исследований. Увеличение потребностей населения в отдыхе на природе, своеобразный туристический бум обусловили интенсивное рекреационное использование природных ландшафтов, особенно лесных. Одним из наиболее популярных мест отдыха у населения г. Воронежа является северная часть зеленой зоны, так как с экологической точки зрения это более благоприятный, удаленный от промышленных загрязнителей район.

Он имеет хорошую транспортную доступность и высокие природно- эстетические качества. Здесь расположены довольно крупные рекреационные и оздоровительные центры, новые дачные строительства, сформировались новые селитебные зоны северного микрорайона.

Улучшение санитарно-экологического состояния Воронежского водохранилища также активизировало посещаемость северной части зеленой зоны города. В результате увеличилась нагрузка на природные комплексы. Появилась необходимость регулирования рекреационного лесопользования, разработки системы ведения хозяйства, одновременно создающей благоприятные условия для отдыха и обеспечивающей улучшение, сохранность и использование природного комплекса в рамках его экологической емкости.

Объектом исследования является лесопарковая часть правобережного лесничества.

Предмет исследования – реакция фитоценозов лесопарковых систем зеленой зоны на антропогенные нагрузки.

Цель работы – изучить влияние антропогенной нагрузки на фитоценозы лесопарковой зоны правобережного лесничества северной окраины г. Воронежа.

Основные задачи исследований:

– рассмотреть историю формирования зеленой зоны г. Воронежа;

– ознакомиться с методикой исследования лесопарка северной окраины г. Воронежа;

– дать характеристику растительным компонентам лесопарковой зоны северной окраины г. Воронежа;

– провести оценку антропогенной нагрузки на флору лесопарковой зоны правобережного лесничества северной окраины г. Воронежа;

– в соответствии с полученными результатами исследования фитоценозов наметить мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния лесопарка.

1. Исследование структуры флоры лесопарковых сообществ правобережного лесничества северной окраины г. Воронежа

Объектом исследования является Правобережное лесничество, располагающееся на северной окраине г. Воронежа. Правобережное лесничество, общей площадью 681 га, расчленена глубокими ложбинами и балками, создающими вид сильно волнистой равнины в виде возвышенного плато, круто обрывающегося к реке. Склоны и дно балок покрыты лесом. На востоке северной окраины протекает Воронежское водохранилище. Вдоль него располагаются пляжи. Помимо прогулок в Правобережном лесничестве можно увидеть, как рекреанты собирают ягоды, грибы и лекарственные травы. Это приводит к уплотнению почв, разрушению лесной подстилки, вытаптыванию травяного покрова, повреждению подлеска и подроста, что вызывает ухудшение общего состояния леса [17].

2. Методика исследования правобережного лесничества северной окраины г. Воронежа

Основная задача методики исследования лесничества заключается в выборе участков для постоянных наблюдений, планировании и закладки пробных площадей, отборе показателей состояния зеленых насаждений и степени их антропогенной трансформации, совершенствовании методов учета и наблюдения за объектами.

В расчет принималось количество и соотношение эколого-ценотических групп растений, их состояние, степень рекреационной нагрузки и виды её проявления [4].

Для оценки состояния фитоценозов экосистем леса, был выбран объект с различной степенью рекреационной загруженности.

Для описания травянистого покрова леса на каждой растительной группировке и ассоциации было выделено 10 учетных площадок, по случайному принципу, площадью 1м^2 для травостоя. Закладка пробных площадей велась по методике фитоценологических исследований.

На учетных площадках были проведены следующие учеты и наблюдения: видовой состав растений; фенологические наблюдения; густота и число растений на 1м^2, общее проективное покрытие.

При определении видового разнообразия фитоценозов пользовались «Школьным атласом определителем высших растений: Кн. для учащихся. – 2-еизд. – М.: Просвещение, 1991. – 240 с. Видовое богатство фитоценоза – полный список видов, составленный на основе описания ряда учетных площадок, в пределах каждого сообщества. В список видов фитоценоза мы внесли все растения, независимо от того, в каком состоянии они находились: цвели, плодоносили или вегетировали.

Разнообразие видов в фитоценозе определялось глазомерной оценкой и методом учета обилия пересчетом растений каждого вида на единицу площади.

При изучении антропогенной нагрузки леса использовалась методика Н.С. Казанской. Закладывались пробные площадки 10 х 10 м, на которых проводилось определение тропиночной сети.

Для определения величины антропогенной нагрузки на исследуемых площадках использовались рекомендации Н.С. Казанской [19]. При этом на исследуемых площадках в течение 1 часа на протяжении 6 месяцев (с мая по октябрь) определялось число рекреантов. Затем определялась посещаемость в чел./час и рекреационная нагрузка. Определение рекреационной нагрузки проводилось на протяжении недели каждого месяца. Кроме того, проводился учет

интенсивности рекреационной нагрузки на природный комплекс (разжигание костров, несанкционированные свалки).

Основными критериями оценки состояния фитоценозов экосистем были выбраны: видовой состав, общее проективное покрытие травянистого яруса, соотношение фитоценотипов, развитие тропиночной сети, замусоренность территории, розжиг костров.

3. Характеристика растительного компонента объектов исследования

На исследуемой территории, были проведены наблюдения за травостоем, и оно осуществлялось на учетных площадках 1 м^2. Полученные значения были занесены в таблицу 3. Было найдено 49 видов, которые распределили на четыре экологические группы:

1) лесная;
2) лесолуговая;
3) опушечная;
4) рудеральная.

Разнообразие каждой из экологических групп зависит от того, какой стадии дигрессии достигла та или другая пробная площадь, под воздействием антропогенной нагрузки. В таблице 1 отражены средние значения видов растений.

Таблица 1

Эколого-фитоценотическая группа

№	Название вида растений по экологическим группам	% от общего количества видов
	Лесная	
1	Сныть обыкновенная (Aegopódium podagrária)	23
2	Копытень европейская (Ásarum europaéum)	
3	Осока волосистая (Carex pilosa)	
4	Пролеска сибирская (Scilla siberica)	
5	Ветреница дубравная (Anemóne nemorósa)	
6	Ежа сборная (Dáctylis glomeráta)	
7	Рябчик русский (Fritillária ruthénica)	
8	Медуница неясная (Pulmonária obscúra)	
9	Фиалка удивительная (Víola mirábilis)	
10	Сочевичник весенний (Láthyrus vérnus)	
11	Купена лекарственная (Polygonátum odoratum)	
12	Галинзога мелкоцветковая (Galinsóga parviflóra)	
13	Ландыш майский (Convallária majális)	
14	Кочедыжник женский (Athýrium fílix-fémina)	
15	Вороний глаз четырехлистный (Pāris quadrifōlia)	
16	Щитовник мужской (Dryópteris fílix-mas)	

17	Любка двулистная (Platanthéra bifólia)	
18	Башмачок желтый (Cypripedium flavum)	
19	Ятрышник пятнистый (Orchis maculata L.)	
20	Зубянка пятилистная (Dentaria quinquefolia)	
21	Колокольчик крапиволистный (Campánula trachélium)	
22	Колокольчик персиколистный (Campánula persicifólia)	
23	Земляника лесная (Fragária vésca)	
24	Будра плющевидная (Glechóma hederácea)	
25	Папоротник-орляк (Pterídium aquilínum)	
26	Страусник обыкновенный (Matteúccia struthiópteris)	
	Лесолуговая	
27	Черноголовка обыкновенная (Prunélla vulgáris)	14
28	Крапива двудомная (Urtíca dióica)	
29	Гравилат городской (Géum urbánum)	
30	Кукушкин лен (Polýtrichum commúne)	
31	Тимьян обыкновенный (Thýmus vulgáris)	
	Опушечная	
32	Подорожник большой (Plantágo májor)	29
33	Клевер ползучий (Trifolium repens)	
34	Клевер луговой (Trifolium praténse)	
35	Пырей ползучий (Elytrígia répens)	
36	Адонис весенний (Adonis vernalis)	
37	Василек посевной (Centauréa cyánus)	
38	Люцерна голубая (Medicago caerulea)	
39	Валериана лекарственная (Valeriána officinális)	
40	Мятлик луговой (Poa praténsis)	
41	Полевица побегоносная (Agróstis stolonífera)	
	Рудеральная	
42	Лопух большой (Arctium láppa)	24
43	Лютик ползучий (Ranunculus repens)	
44	Одуванчик лекарственный (Taráxacum officinále)	
45	Полынь горькая (Artemísia absínthium)	
46	Полынь обыкновенная (Artemísia vulgáris)	
47	Звездчатка средняя (Stellária média)	
48	Звездчатка ланцетовидная (Stellária holóstea)	
49	Чистотел большой (Chelidónium május)	

	В С Е Г О	90

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что на исследуемых участках наибольший процент от общего количества видов имеет опушечная экологическая группа (29%). Рудеральная экологическая группа имеет 24%. Наименьший процент имеют: лесная (23%) и лесолуговая (14%) экологические группы. Данные процентные соотношения говорят о том, что 90% территории на учетных площадках имели растительный покров, а 10% не имели.

С увеличением антропогенной нагрузки доля рудеральных и опушечных видов увеличиваются, а лесолуговых и, главным образом, лесных значительно уменьшаются на рисунке 1.

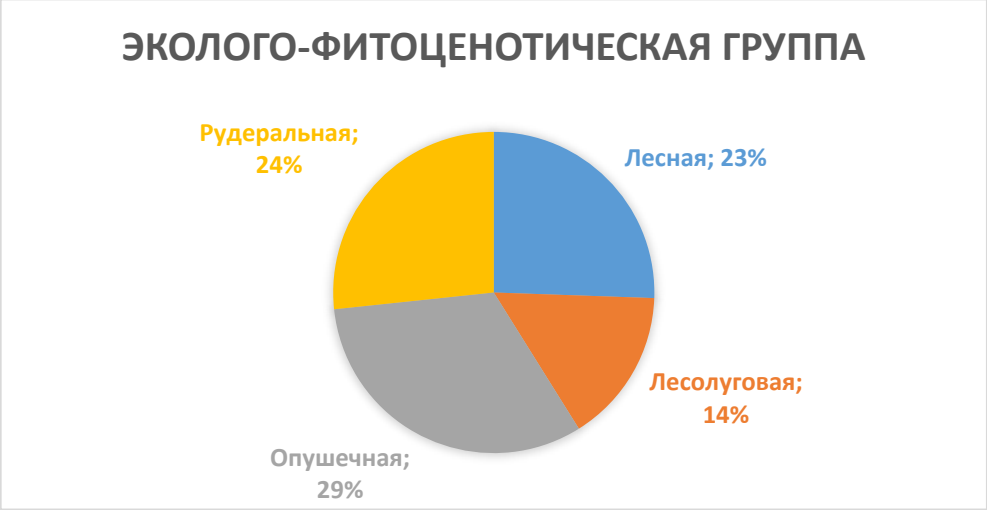

Рис. 1. Процентное соотношение по фитоценологическим группам

Итак, в подлесок северной окраины г. Воронежа входит много полезных растений: лекарственных (валериана, алтей, купена); красильных (васильки); декоративных (папоротники); медоносных (тимьян душистый); кормовых (клевер, люцерна) и много других растений. Произрастают также и ценные виды растений, находящиеся на грани исчезновения – это ландыш майский, пролеска сибирская [13].

Таким образом, исследования, проводимые в восточной части правобережного лесничества, прилегающей к санаторию им. М. Горького, показали, что этот лес представлен большим количеством растительных сообществ. В травянистом ярусе лесничества наблюдаются лесные, лесолуговые, опушечные и рудеральные виды растений.

4. Оценка влияния антропогенной нагрузки на фитоценозы северной окраины г. Воронежа

На сегодняшний день антропогенная нагрузка на лесопарковые зоны быстро растет. На северной окраине г. Воронежа происходит рекреационная

дигрессия лесной растительности.

На территории Правобережного лесничества были проведены наблюдения по динамике посещаемости рекреантами и полученные данные были занесены в таблицу 2.

Таблица 2

Посещение рекреантов

Дни недели / Месяц	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
Май	17	20	18	18	21	34	42

Июнь	21	22	20	20	25	39	53
Июль	19	21	23	25	28	44	57
Август	19	21	19	22	23	41	55
Сентябрь	13	14	15	14	17	31	38
Октябрь	10	11	9	12	10	25	27

Полученные результаты занесенные в таблицу 2 были определены путем подсчета рекреантов на протяжении 6 месяцев. Каждый месяц, в течении недели осуществлялся подсчет рекреантов за 1 час. Затем, находили среднюю посещаемость в будние дни и выходные дни, как показано на диаграмме рисунка 2.

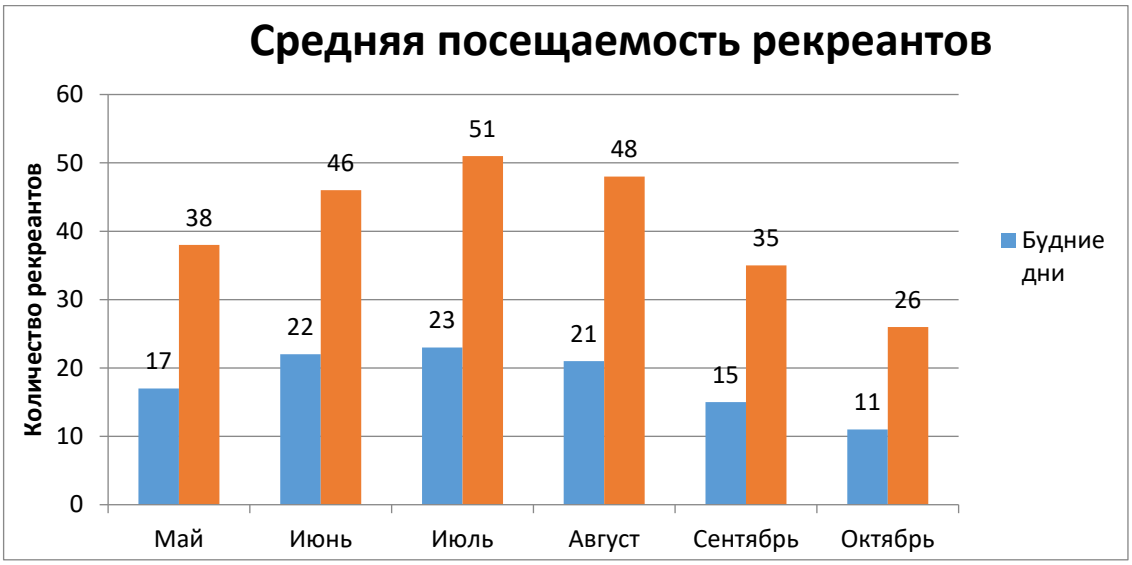

Рис 2. Посещаемость рекреантов чел./час.

Таким образом, на рисунке 2 видно, что наибольшая посещаемость рекреантами приходиться на выходные и будние дни в июле. А наименьшая посещаемость в октябре. Это связано с тем, что в санатории им. Горького много отдыхающих, которые оказывают антропогенное влияние на лесничество, путем сбора лекарственных трав, прогулок на велосипеде, выгул собак и т.д. Следовательно, высокая рекреационная нагрузка на правобережное лесничество требует более глубокого изучения прямого воздействия человека на лесную среду и разработку методов сохранения природных ландшафтов.

Проведя наблюдение и получив данные, можно сделать вывод, что с увеличением посещаемости рекреантами подтверждается развитие тропиночной сети, появляется замусоренность территории и углублением рекреационной дигрессии, которая проявляется в изменении структуры фитоценозов, выпадением из них неустойчивых к антропогенным нагрузкам лесных видов на рисунке 3 [6].

Рис. 3. Несанкционированная свалка (фото автора)

Рекреационная дигрессия – это нарушение природной среды в результате влияния на нее рекреантов (вытаптывание и уничтожение лесной подстилки, напочвенного покрова, подлеска, подроста, повреждений деревьев). Она зависит от рекреационной нагрузки и устойчивости к этому воздействию природных комплексов, определяется степенью нарушения природной среды [31].

В ходе оценки правобережного лесничества учитывались тропиночная сеть и вытаптываемость исследуемой территории на рисунке 4.

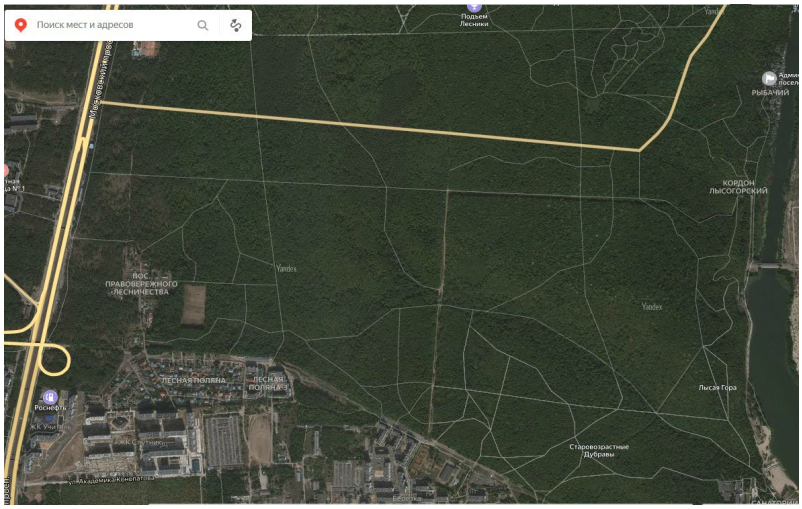

Рис. 4. Тропиночная сеть

Также при обходе исследуемых участков были обнаружены следы антропогенной нагрузки (вытаптываемость), которые заметны на карте полноты древостоя [3].

Исследуемую территорию разбили на участки, которые выделяли разными цветами, в соответствии со стадиями дигрессий на рисунке 5.

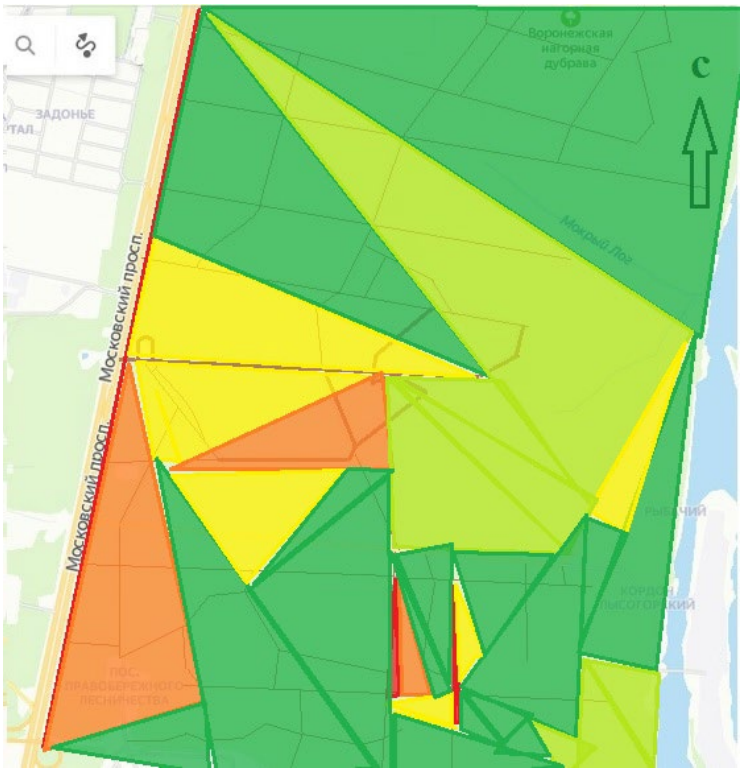

Рис. 5. Карта стадий рекреационной дигрессии

– 1 стадия;
– 2 стадия;
– 3 стадия;
– 4 стадия;
– 5 стадия.

Стадии рекреационной дигрессии (по Казанской):

1 стадия. Изменение лесной среды не наблюдается. Подрост, подлесок и напочвенный покров не нарушен и является характерным для данного типа леса. Проективное покрытие мхов составляет 30-40%, травостоя из лесных видов 20-30%. Древостой совершенно здоров с признаками хорошего роста и развития. Регулирование рекреационного использования не требуется.

2 стадия. Изменение лесной среды незначительно. Проективное покрытие мохового покрова уменьшается до 20%, травяного покрова увеличивается до 50 %. Появляются в травяном покрове луговые травы (5-10%), не характерные данному типу леса. В подросте и подлеске поврежденные и усыхающие экземпляры составляют 5-20%. В древостое больные деревья составляют не более 20% от их общего количества. Требуется незначительное регулирование рекреационного использования путем увеличения дорожно-тропиночной сети.

3 стадия. Изменение лесной среды средней степени. Мхи встречаются только около стволов деревьев (5-10%). Проективное покрытие травостоя 80-90%, из них 10-20% луговые травы. Подрост и подлесок средней густоты. Усыхающих и поврежденных экземпляров до 50%. В древостое больных и усыхающих деревьев от 20 до 50%. Требуется значительное регулирование

рекреационной нагрузки различными лесопарковыми мероприятиями (дорожно-тропиночная сеть, защищенные опушки и др.).

4 стадия. Изменение лесной среды сильной степени. Мхи отсутствуют. Проективное покрытие травяного покрова составляет 40%, из них 50% луговые травы. В древостое от 50 до 70% больных и усыхающих деревьев. Подрост и подлесок редкий, сильно поврежденный или отсутствует. Требуется строгий режим рекреационного пользования.

5 стадия. Лесная среда деградирована. Моховой покров отсутствует. Травяной покров занимает не более 10% площади участка, причем состоит он почти полностью из злаков (80%). Подрост и подлесок отсутствуют. Древостой изрежен, больные и усыхающие деревья составляют 70% и более. Рекреационное использование завышается, требуется восстановление насаждения.

Необходимо отметить, что в лесопарках остается много мусора от посетителей и мной была проведена оценка загрязненности территории твердыми коммунальными отходами. Оценка проводилась в баллах и полученные результаты были отмечены на карте рисунок 6 [19].

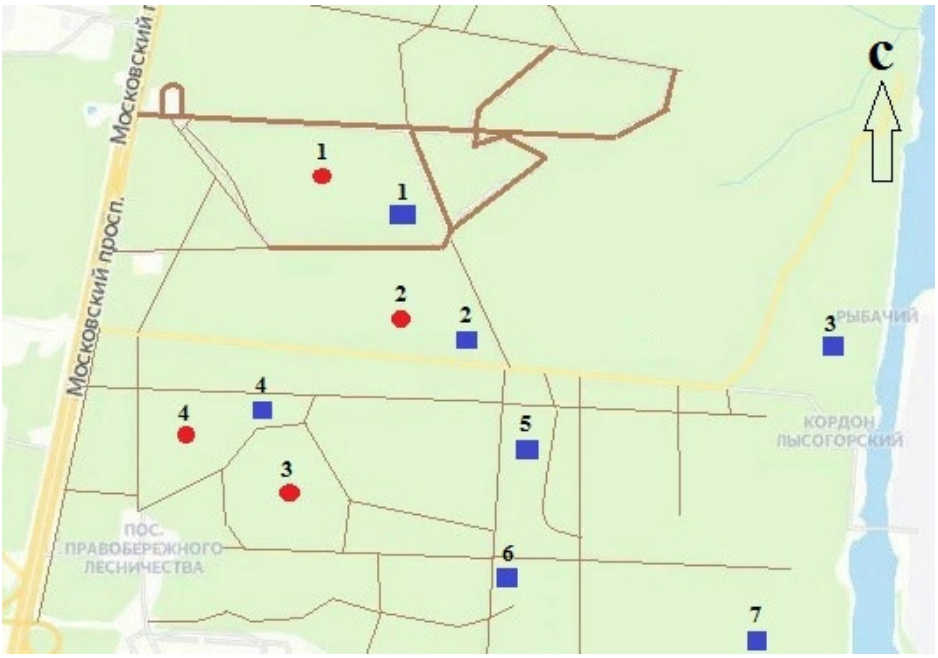

Рис. 6. Дорожно-тропиночная сеть и места загрязненности территории твердыми коммунальными отходами и наличие кострищ

1 балл – если при внимательном обходе и осмотре территории не отмечено видимого мусора;

2 балла – если при обходе территории наблюдается мусор;

3 балла – если мусор незаметен при движении обычной пешей прогулки, но сразу виден при остановке;

4 балла – если мусор заметен при ходьбе без остановки;

5 баллов – если мусор бросается в глаза повсеместно в случае быстрой ходьбы [9].

Условные обозначения:

– места разведения костров (кострища);

– места несанкционированных свалок.

Места разведения костров под номерами 1, 3 и 4 (размеры 1-1,5м) располагаются в дали от тропинок и дорог. Имеются следы неоднократного пребывания, замусоривание.

Место разведение костров под номером 2 (размер 1,5-2м) располагается в непосредственной близости к тропинке, имеются следы неоднократного пребывания, замусоривание.

В перспективе из мер по регулированию антропогенного прессинга рекомендовано благоустройство в данной локации бивуака со стационарным кострищем и лавочками.

Места несанкционированных свалок под номерами 1 и 7 (размерами 1 - 1,5 м) включают: пищевые отходы, бумага, пластиковая посуда.

Места несанкционированных свалок под номерами 2,3,4 (размерами 2 - 2,5 м) включают не только пищевые отходы, пластик, стекло и др.

Места несанкционированных свалок по номерами 5, 6 (размерами 3 - 5 м) включают строительный мусор.

Таким образом, из рисунка 8 видно, что антропогенная нагрузка на правобережное лесничество соответствует 4 баллу загрязнения – мусор заметен при ходьбе без остановке. Отмеченные на карте места захламления отходами включают в себя строительный мусор, пластик, пищевые отходы, стекло. Места разведения костров были обнаружены неподалеку от мест захламления отходами. Также, вблизи мест разведения костров присутствует вытаптанность лесной подстилки. Это говорит, о том, что рекреанты после себя оставляют весь мусор, и не вывозят его из лесничества.

Таким образом, исходя из вышесказанного, можно сделать вывод:

– состояние насаждений правобережного лесничества можно отнести к 3 стадии рекреационной дигрессии. Это обуславливается тем, что там идет незначительное изменение лесной среды, и оно проявляется в появлении луговой и рудеральной растительности (одуванчик, крапива, лопух), есть сухие деревья и развитие тропиночной сети;

– замусоренность территории отмечается в 4 баллах (в глубине леса, вдоль тропинок: одноразовая посуда, бутылки, целлофановые пакеты, пищевые отходы, строительный мусор). Разведение костров наблюдается вблизи тропинок, поселков, а также в глубине леса.

Заключение

Итак, северная окраина г. Воронежа не раз подвергалась антропогенной нагрузке. Зачастую – это вырубка леса. Несмотря на это, в разные эпохи, человечество не забывало восстанавливать леса. В настоящее время, лесной массив северной окраины г. Воронежа состоит из лиственных пород приблизительно на 97%, 3% – это хвойные посадки. Главная порода – черешчатый дуб 86% площади леса составляют именно дубняки.

Одной из главных задач методики исследования лесопарка является выбор участков для постоянных наблюдений, планирование и закладка пробных площадей, отбор показателей состояния зеленых насаждений и степени их антропогенной трансформации, совершенствование методов учета и наблюдения за объектами.

В результате исследований можно отметить, что правобережное лесничество находится в хорошем состоянии. Если посмотреть с экологической точки зрения, то он фактически является эталоном зеленого насаждения города Воронежа, несмотря на интенсивное посещение, в нем хорошо сохранились все компоненты лесного сообщества. Так же, это очень благоприятная и экологически чистая территория, которая удалена от всех промышленных предприятий.

Что касается антропогенной трансформации флоры северной окраины г. Воронежа, то происходит рекреационная дигрессия лесной растительности, а также заболевание и гибель лесов вследствие загрязнения воздуха.

Таким образом, в целях сохранения насаждений лесопарка, повышения их устойчивости и рекреационной ёмкости, улучшения эстетических и санитарно-гигиенических свойств необходимо разработать проект реконструкции объекта, предусматривающий его разделение на функциональные зоны, прокладку дорожно-тропиночной сети, размещение площадок отдыха, малых архитектурных форм, удаление деревьев, отнесённых к 5 категории состояния, формирование открытых и полуоткрытых пространств.

Список использованных источников

1. Адерихин П. Г. Почвы Воронежской области / П.Г. Адерихин. – Воронеж: Вестник ВГУ, 2013. – 211 с.

2. Александров М. С. Древесные растения / М.С. Александров, И.П. Петрова. – М: Наука, 2013. – 236 с.

3. Алехин В. В. Флора и растительность / В.В. Алехин. – М.: Наука, 2013. – 178 с.

4. Андреев Е.Н. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреев, В.В. Горшков. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2012. – 240 с.

5. Бейлин И. Г. Очерки по истории лесных обществ дореволюционной России / И.Г. Бейлин. – М.: Гослесбумиздат, 2012. – 158 с.

6. Васильев И. Н. Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений / И.Н. Васильев. – М.: Наука, 2009. – С. 36-45.

7. Вальков В. Ф. Плодородие почв: экологические, социальные и почвенно-генетические особенности / В. Ф. Вальков, Т. В. Денисова. – Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2013. – 267 с.

8. Веселовский Г. М. Исторический очерк города Воронежа 1586-1886 / Г. М. Веселовский. – Воронеж: Воронежский издательский дом, 2016. – 31 с.

9. Воронов А. Г. Биогеография с основами экологии / А.Г. Воронов. – М: Высш.шк., 2012. – 382с.

10. Глинка К. Д. Геология и почвы Воронежской губернии / К.Д. Глинка. – Воронеж: Проф.-техн. шк., 1921. – 11 с.

11. Григорьевская А. Я. Редкие растения урбанизированных дубрав городского округа г. Воронежа и Подворонежья / А. Я. Григорьевская, Д. С. Зелепукин. – Курск, 2009. – С. 7-13.

12. Григорьевская А. Я. Флора города Воронежа / А.Я. Григорьевская. – Воронеж: ВГУ, 2010. – 200 с.

13. Григорьевская А. Я. Анализ флоры дубрав городского округа г. Воронеж / Современные проблемы морфологии и репродуктивной биологии семенных растений: материалы междунар. конф., посвящ. Памяти Р.Е. Левиной // А.Я. Григорьевская, Д.С. Зелепукин. – Ульяновск: УлГПУ, 2010. С. 23-27.

14. Докучаев В. В. Русский чернозем / В.В. Докучаев. – М.: Сельхозгиз, 2010. – 145 с.

15. Загоровский В. П. История Воронежского края от А до Я / В.П. Загоровский. – Воронеж: Центр.-Черн. кн. изд-во, 2013. – 312 с.

16. Захаровская Н. Н. Метеорология и климатология / Н.Н. Захаровская. – М.: Колос, 2015. – 44 с.

17. Зелепукин Д. С. История формирования и динамики флоры дубрав городского округа город Воронеж / Д.С. Зелепукин. – Воронеж: Вестник ВГУ, 2011. – 196 с.

18. Зубащенко Е. М. Рельеф Земли. Учебно-методическое пособие / Е.М. Зубащенко, А.Я. Немыкин. – Воронеж: ВГПУ, 2011. – 320 с.

19. Казанская Н. С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности / Н.С. Казанская. – М.: Изв. Академия наук СССР, 1972. – №1. – С.52-59.

20. Камышев Н. С. Фенология дубрав окрестностей города Воронежа / Н.С. Камышев. – Воронеж, 1964. – С.34-40.

21. Камышев Н. С. Флора Центрального Черноземья и ее анализ / Н.С. Камышев. – Воронеж: Воронежский издательский дом, 2018. – 116 с.

22. Караванская Н. В. Видовое разнообразие травяного покрова в дубовых насаждениях Правобережного лесничества / Н. В. Караванская. – Воронеж: ВГЛТА, 2012. – С. 53-56.

23. Корнилов А. Г. Общая экология / А.Г. Корнилов. – Белгород: БелГУ, 2014. – С. 67-69.

24. Криволуцкий А. Е. Рельеф и недра земли / А.Е. Криволуцкий. – М.: Мысль, 2017. – 145 с.