

Научно-исследовательская работа

Биология

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК
НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ
КОЗЛОВОЙ ЗАСЕКИ**

Выполнили:

***Реджепова Дарья Джейхуновна,
Реджепова Елизавета Джейхуновна,
учащиеся 7 класса,***

***МБОУ «Пришненская средняя школа № 27» Щекинского района,
Россия, Тульская область***

***Ихер Татьяна Петровна,
научный руководитель,***

***советник Российской Академии естествознания,
почетный работник общего образования РФ
учитель биологии и экологии,***

***МБОУ «Пришненская средняя школа № 27» Щекинского района
Россия, Тульская область***

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Характеристика объекта исследования	5
Методы исследования	8
Результаты исследования	9
1. Рекогносцировочное обследование и изучение лесных экосистем на пробных площадях лесонасаждений	9
2. Определение степени рекреационной нагрузки на лесные экосистемы Козловой засеки	16
3. Оценка состояния древостоя на пробных площадях леса	18
4. Лихеноиндикация воздушной среды в лесонасаждениях Козловой засеки	21
Выводы	24
Список использованных источников	26
<i>Приложение 1.</i> Определение степени перерождения леса под воздействием человека	27
<i>Приложение 2.</i> Шкала визуальной оценки деревьев по внешним признакам	28
<i>Приложение 3.</i> Оценка состояния древостоя лесной экосистемы	29
<i>Приложение 4.</i> Лихеноиндикационное определение степени загрязнения атмосферного воздуха	29

ВВЕДЕНИЕ

Растительный покров – важная составная часть природных комплексов, один из главнейших элементов ландшафта. Он определяет общий облик местности, играет важную роль в жизни природы. В естественном растительном покрове необходимо различать первичные, или коренные, растительные сообщества (фитоценозы) и вторичные, или производные. Первые возникли очень давно и вне зависимости от человека. Примером их в нашей стране могут служить многие сосняки и ельники в зоне тайги, существующие уже сотни и тысячи лет, на протяжении жизни очень многих поколений деревьев. Производные растительные сообщества своим появлением обязаны деятельности человека. В качестве примера можно назвать березняки или осинники, возникшие на месте вырубленных еловых или сосновых лесов. При этом продолжительность существования таких сообществ, как правило, невелика: при благоприятных условиях они рано или поздно сменяются коренными типами [1].

В пределах любой природно-географической зоны естественный растительный покров не остается однородным даже на небольшом пространстве. Идя по какому-либо лесному массиву в средней полосе европейской части страны, нередко можно встретить различные типы леса: ельники-кисличники, сосняки-черничники, сложные боры с дубом и липой и т.п. разнообразие растительных сообществ объясняется разнообразием почвенно-климатических условий, особенностями рельефа местности, постылающих горных пород и пр. [20, 23].

В современную эпоху влияние человека на естественный растительный покров с годами всё более усиливается. Наряду с прежними формами воздействия, такими как вырубка леса, распашка степей, осушение болот, появляются новые. Всё большую роль играет загрязнение атмосферы вредными веществами, ядовитыми для растений. Увеличивается количество туристов и отдыхающих, которые пагубно воздействуют на природный растительный покров, вытаптывая растения, разжигая костры на траве, уплотняя почву, разбрасывая бытовые отходы в лесах и по берегам водоемов. Для борьбы с сорными растениями, вредителями и болезнями растений человек всё шире

применяет особые химические поллютанты – пестициды, которые несвойственны естественной природной среде и так или иначе воздействуют на растительный покров, вызывая в нём определенные изменения [7].

Развитие городских поселений все больше отдаляет людей от естественной природы. Вероятно, поэтому горожане с большим удовольствием отправляются за город, чтобы отдохнуть, погулять по лесу [2 - 4]. Однако нередко нахождение людей, отдыхающих в лесу, проявляется в виде рекреационной нагрузки на лесную экосистему и вызывает постепенное разрушение её компонентов: уплотнение почвы от передвижения людей препятствует нормальному развитию лесной флоры, прорастанию семян и естественному возобновлению леса, изменяются условия жизни почвенных организмов, сокращается лесное биоразнообразие. При этом малоустойчивые виды лесной флоры сменяются антропогенными и синантропными видами [1; 7; 11]. Указанные проблемы характерны для Тульской области – одного из старопромышленных регионов России, где разрушающее воздействие на окружающую природную среду наблюдается в начале XVIII столетия.

Для сохранения биологического разнообразия природных экосистем в условиях прогрессирующего антропогенного пресса, особенно в условиях усиливающейся урбанизации окружающей природной среды, необходимо принятие социально-правовых и природоохранных мер по обеспечению рационального использования природных ресурсов и сохранению природно-рекреационного потенциала Тульского региона.

Настоящая учебно-исследовательская работа подготовлена по результатам изучения одного из участков Большой засечной черты на территории Тульской области – Козловой засеки, расположенной на границе Большой Тулы и МО Щекинский район, вблизи музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна», и окруженной большим числом городских и сельских поселений, жители которых круглый год используют лесонасаждения для активного (пешие и лыжные прогулки, пикники, сбор цветов и лекарственных трав, ягод, грибов, рыбалка).

Объектом нашего исследования являлись участки лесонасаждений Козловой засеки, расположенной в окрестностях города Тулы.

Предмет исследования – экосистемы лесонасаждений указанного участка Большой засечной черты на территории Тульской области, оценка их компонентов под воздействием рекреационной нагрузки.

Цель исследования – изучение и оценка влияния рекреационных нагрузок на экологическое состояние лесонасаждений Козловой засеки, одного из участков Большой засечной черты на территории Тульской области.

Задачи исследования состояли в следующем:

- изучить видовое разнообразие древесно-кустарниковой флоры Козловой засеки путем закладки пробных площадей на разных участках лесонасаждений;
- изучить разнообразие раннецветущей флоры засечного леса;
- оценить состояние древостоя лесных экосистем с использованием шкалы визуальной оценки деревьев по внешним признакам;
- определить степень перерождения леса под воздействием антропогенных факторов;
- оценить экологическое состояние воздушной среды на изучаемых участках леса методом лишеноиндикации;
- провести сравнительный анализ экологического состояния лесных экосистем на изученных участках Козловой засеки.

Характеристика объекта исследования

Из летописей известно, что вдоль южных границ Московского государства, на границе так называемого "Дикого поля", где кочевали воинственные татарские племена, более чем на 500 км была проложена так называемая «Большая засечная черта», состоявшая из засек – завалов срубленных и поваленных наискосок друг на друга деревьев. Причем дерево рубили не до конца, связь с корнем сохранялась, и дерево продолжало расти в горизонтальном положении: получалась живая непроходимая стена. На территории Тульской области засечные леса тянулись более чем на 200 км оборонной линии. Среди непроходимой для вражеской конницы засечной полосы через известные расстояния возвышались небольшие деревянные крепости типа острогов с дозорными башнями, вооруженными пушками. Между дозорными башнями дополнительно устраивались различного рода

земляные укрепления (валы, рвы, бастионы, надолбы). Засеки являлись надежной защитой от нападения кочевников.

Одна из таких засек вблизи границ Большой Тулы называлась Козловой засекой по фамилии стоявшего здесь дозором воеводы Данилы Козлова (см. рис. 1 и 2 на цветной вкладке).

Изучение влияния рекреационных нагрузок на лесные экосистемы проводилось в Козловой засеке в апреле – июне 2018 года группой членов научного общества «Поиск», обучающимися 6-х классов МБОУ «Пришненская средняя школа № 27» Щекинского района, в рамках освоения программы внеурочной деятельности «Начинающие исследователи окружающей среды» и пришкольного экологического лагеря «Радуга».

Козлова засека является частью исторически известных Тульских засечных лесов и находится на южной окраине Большой Тулы, вблизи пос. Косая Гора, пос. Матвеевские Дачи, а также кластера Скуратовских поселков. Кроме того, к границам засечного леса примыкают селитебные территории д. Ясная Поляна, д. Яснополянские Выселки, пос. Лесной, д. Казначеевка, д. Кочаки и участки ряда садовых некоммерческих товариществ разных ведомств, административно относящиеся к территории МО Щекинский район.

Следует отметить, что в 10,0 – 12,0 км к юго-востоку от Козловой засеки находится ОАО «Щёкиноазот» и Щекинское ОАО «Химволокно» - предприятия современной России, производящие широкий ассортимент химической продукции. Сравнительно небольшое расстояние от данного предприятия, несомненно, оказывает негативное воздействие на воздушную среду лесонасаждений Козловой и Малиновой засек вследствие переноса вредных веществ с составе промышленных выбросов в атмосферный воздух.

Лесонасаждения Козловой засеки примыкают к другому, весьма обширному участку Большой засечной черты на территории Тульской области – к Малиновой засеке. От города Тулы с северо-запада на юго-запад засечные леса пересекает автомагистраль Тула – Щёкино (см. рис. 1). У пос. Лесного на повороте указанной автомагистрали к музею-усадьбе Л.Н. Толстого «Ясная Поляна» слева имеется автодорога к музею-вокзалу «Козлова засека», пересекающие лесонасаждения на две части (см. рис. 2).

Как уже указывалось, своё название засека ведет от имени дозорного воеводы Данилы Козлова, которому поручалась охрана данного участка Большой засечной черты. В настоящее время вблизи леса находится небольшой музейно-вокзальный комплекс «Козлова засека». Станция с таким названием на пути к яснополянской усадьбе была открыта в 1868 году. Её строительство связано с проведением Московско-Курской ветки железной дороги (в

настоящее время Тульское отделение Московской железной дороги); станция относится к разряду действующих. С 1928 по 2001 год станция «Козлова засека» называлась «Ясная Поляна», затем ей возвратили историческое имя. Л.Н. Толстой и многие его земляки называли остановку коротко и душевно: Козловка. Сегодня той шумной «пропасти народа», о которой писал когда-то Лев Николаевич, ни в зале ожидания, ни на перроне, как правило, не наблюдается. Однако музей-вокзал довольно часто посещается туристами, особенно в летнее время.

Примечательно, что на территории засечного леса имеется ряд водных объектов: лесонасаждения пересекает Матвеевский (Козлов) ручей с своими ручьями--притоками, несущий свои воды в р. Воронку, а также небольшие водоёмы-озерца на карстовых провалах, встречающихся практически на всех участках Тульских засек.

Хозяйственная и рекреационная деятельность местного населения и приезжих отдыхающих, а также деятельность крупных промышленных предприятий отрицательно сказались на сохранности древесно-кустарниковой и травянистой флоры Козловой засеки, особенно в тех её участках, где лесонасаждения находятся в непосредственной близости от указанных выше селитебных зон с его промышленными объектами и жилыми зонами, создающими значительную антропогенную нагрузку на природную среду [3; 6 - 7; 11].

Поэтому сбор и систематизация экологической информации, позволяющей изучить состояние и прогнозировать изменения, происходящие в данных лесных экосистемах, являются актуальной и своевременной задачей.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения степени нарушенности экосистемы лесных сообществ, в том числе экологического состояния древостоя, были использованы методы и методики, известные в практике исследовательской деятельности школьников:

- рекогносцировочное обследование древостоя с закладкой пробных площадей в лесонасаждения размером 50 x 50 метров [1; 7; 11];
- оценка экологического состояния изучаемых экосистем по степени перерождения леса, по состоянию древостоя [5 - 7; 11];

- изучение видового разнообразия раннецветущей флоры в ходе маршрутного исследования лесонасаждений с фотографированием и последующим определением видов по определителям [2, 4];

- оценка экологического состояния атмосферного воздуха методом лишеноиндикации [1; 11 - 12];

- рекогносцировочное изучение водных объектов при использовании региональных методик;

- оценка общего экологического состояния изученных лесных экосистем.

При определении степени перерождения леса на пробных площадях пользовались таблицей, помещенной в приложении 1. Состояние деревьев оценивалось в соответствии со шкалой визуальной оценки деревьев по внешним признакам, приведенной в приложении 2, а состояние древостоя в целом – в соответствии с таблицей приложения 3.

Определение степени загрязнения атмосферного воздуха с использованием метода лишеноиндикации осуществлялось по таблице, помещенной в приложении 4.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Рекогносцировочное обследование и изучение лесных экосистем на пробных площадях лесонасаждений

В ходе рекогносцировочного обследования лесонасаждений на территории Козловой засеки было заложено 6 пробных площадей (ПП) размером 50 x 50 м, которые имели четкие границы, обозначенные специальными колышками (см. рис. 2). Для детального изучения и описания флоры по ярусам леса в пределах ПП закладывались пробные площадки (Пп) размером 10 x 10 м (для древостоя) и пробные площадки Пп размером 1 x 1 м (для травостоя).

Фото лесонасаждений на типичных участках изучаемых ПП представлены на цветной вкладке (см. фото 1 - 6).

Пробная площадь № 1 (ПП1) справа от автомагистрали Тула – Щёкино, располагалась примерно в 1,5 км от автодорожного моста через р. Воронку, в глубине лесонасаждений, северо-западнее учреждения «Яснополянское лесничество». Осмотром древостоя установлено, что деревья в значительной степени ослаблены, в их кронах обнаружены отмирающие крупные ветви. На

коре деревьев замечены повреждения, являющиеся следствием жизнедеятельности насекомых-вредителей. Изучены следующие компоненты лесной экосистемы.

Древостой - липа мелколистная, дуб черешчатый, клен остролистный с небольшим участием мелколиственных пород (берёзы бородавчатой и осины).

Фотоиллюстрации изучаемых лесонасаждений Козловой засеки



Фото 1. Общий вид лесонасаждений на ПП1



Фото 2. Общий вид лесонасаждений на ПП2



Фото 3. Общий вид лесонасаждений на ПП3



Фото 4. Общий вид лесонасаждений на ПП4



Фото 5. Общий вид лесонасаждений на ПП5



Фото 6. Общий вид лесонасаждений на ПП6

Формула состава древостоя: 5ЛЗД2К + ед. Б, Ос, Е.

Подроста не обнаружено.

Подлесок довольно редок, состоит из лещины обыкновенной, бересклета бородавчатого, калины красной; единично встречены шиповник собачий и крушина ломкая.

Видовое разнообразие *травяного яруса* детально не изучалось, поскольку полевые исследования проводились в весенний период и в самом начале лета, когда видовое разнообразие флоры бывает весьма ограниченным. В травяном ярусе рассеяны первоцветы: ветреница лютичная, лютики золотистый и кашубский, звездчатка жестколистная, медуница неясная, гусиный лук малый, хохлатка полая, сочевичник (чина) весенний, осока волосистая (см. фото 7-12).

Мохово-лишайниковый ярус представлен зелёными мхами и эпифитными лишайниками.

Пробная площадь № 2 (ПП2) располагалась вдоль автомагистрали Тула – Щёкино, на расстоянии примерно в 1,0 км от ПП1 по направлению на юго-запад. Рекогносцировочное исследование показало, что деревья на данной ПП2 также в некоторой степени ослаблены; в их кронах обнаружено по 2 – 3 отмирающих либо сухих ветвей. Кора отдельных деревьев повреждена насекомыми-вредителями; на ней встречаются глубокие морозобойные трещины.

Древостой представлен липой мелколистной, дубом черешчатым, клёном остролистным. В древостое единично встречены вяз гладкий, яблоня лесная и рябина обыкновенная. Формула состава древостоя: 4Л4Д2К + ед. В, Яб, Р.

Подрост довольно редкий, разновозрастный, представлен такими породами, как клён, липа, вяз, рябина.

Подлесок состоит из лещины обыкновенной, жимолости лесной, бересклета бородавчатого, боярышника кроваво-красного. На территории леса кустарники образуют крупные и мелкие куртины; иногда представлены единично.

В *травяном ярусе* отмечены редкие куртинки и полосы первоцветов: чистяк весенний, ветреница лютичная, лютик золотистый, селезёночник очереднолистный, осока волосистая, сочевичник весенний, чесночница обыкновенная, копытень европейский, пролесник многолетний.

Мохово-лишайниковый ярус представлен эпифитными зелеными мхами и лишайниками замшелых субстратов.

**Фотоиллюстрации эфемероидов в лесонасаждениях
Козловой засеки**



Фото 7. Чистяк весенний



Фото 8. Ветреница лютичная



Фото 9. Лютик золотистый



Фото 10. Зеленчук жёлтый



Фото 11. Первоцвет весенний



Фото 12. Хохлатка Маршалла

Пробная площадь 3 (ППЗ) расположена в 1,0 км от жилой зоны пос. Лесного, по правую сторону автомобильной дороги Ясная Поляна - Матвеевские Дачи в глубине лесонасаждений. Осмотром древостоя установлено, что деревья в значительной степени ослаблены, в их кронах обнаружено до 5 – 7 отмирающих крупных ветвей. На коре деревьев замечены повреждения, являющиеся следствием жизнедеятельности насекомых-вредителей. Нижние ветви деревьев, как правило, сухие.

Изучены следующие компоненты лесной экосистемы.

Древостой – берёза бородавчатая, клён отролистный, вяз гладкий, ель обыкновенная. Среди древостоя на отдельных участках отмечены рябина обыкновенная, яблоня лесная, черемуха птичья. Формула состава древостоя: 4БЗК2В1Е + Р, Яб, ч.

Подроста не обнаружено.

Подлесок довольно редкий, включает куртинки либо единичные кусты жимолости лесной, лещины обыкновенной, калины красной, бересклетов бородавчатого и обыкновенного (лесного).

Видовое разнообразие *травяного яруса* изучено фрагментарно. Раннецветущая флора включала преимущественно такие виды, как звездчатка жестколистная, лютики золотистый и кашубский, ветреница лютичная, копытень европейский, пролесник многолетний, осока волосистая и др.

Мохово-лишайниковый ярус представлен зелеными мхами и эпифитными лишайниками.

Пробная площадь 4 (ПП4) располагалась в 2,5 км от ППЗ, вблизи руслового пруда Матвеевского (Козлова) ручья, побережья которого представляет собой оборудованную рекреационную зону.

Рекогносцировочное обследование лесонасаждений позволило установить следующее: в целом относительно здоровый древостой, каких-либо повреждений в кронах и на стволах деревьев не выявлено.

Древостой представлен клёном остролистным и липой мелколистной с участием дуба черешчатого и ивы козьей. Единичны ольха чёрная (клейкая) и черёмуха птичья (на участках с избыточным увлажнением почвы)

Разновозрастный подрост сравнительно густой, состоит из клёна, липы и черёмухи.

В подлеске преобладают бересклет бородавчатый, крушина ломкая, боярышник кроваво-красный; реже встречаются ивы трехтычинковая и ушастая.

Травяной ярус состоит из весенних первоцветов, типичные виды которых встречены на всех выше указанных пробных площадях Козловой засеки.

Пробная площадь 5 (ПП5) заложена в глубине лесонасаждений в левобережье Матвеевского (Козлова) ручья, вдали от селитебных зон. На данной пробной площади деревья имеют более здоровый вид; усыхающие ветви в их кронах практически отсутствуют. Изучены следующие компоненты лесной экосистемы ППЗ:

- *древостой* – берёза бородавчатая, липа мелколистная, клён остролистный; на отдельных участках леса отмечены дуб черешчатый, рябина обыкновенная, яблоня лесная;

- *подрост* равномерно распределен по участкам леса и представлен в основном клёном и берёзой;

- *подлесок* - лещина обыкновенная или орешник; бересклет бородавчатый, ива ушастая, калина красная, жимолость татарская, боярышник кровавокрасный.;

- в *травостое* отмечено обилие эфемероидов, видовое разнообразие которых указано на двух предыдущих ПП1 и ПП2; кроме того, обнаружена довольно большая популяция петрова креста чешуйчатого, единичные растения зубянки пятилистной, лунника оживающего (многолетнего), ветреницы дубравной (Красная книга Тульской области); фотографии ряда первоцветов помещены на цветной вкладке (см. фото 13 – 18);

- *мохово-лишайниковый ярус* представлен эпифитными мхами и лишайниками замшелых субстратов (пней, подножий крупных деревьев и пр.).

Пробная площадь 6 (ПП6) была заложена по правую сторону от Матвеевского ручья, за железной дорогой, вдали от селитебных зон, среди густого леса Козловой засеки. Первичным осмотром лесонасаждений не выявлено каких-либо существенных нарушений растительного покрова в целом и отклонений от нормального развития деревьев и кустарников. Более детальным изучением лесной экосистемы установлено следующее:

**Фотоиллюстрации эфемероидов в лесонасаждениях
Козловой засеки**



Фото 13. Фиалка душистая



Фото 14. Яснотка пятнистая



Фото 15. Петров крест чешуйчатый



Фото 16. Медуница неясная



Фото 17. Сочевичник весенний



Фото 18. Хохлатка Галлера (плотная)

- в древостое доминирует клён остролистный с участием дуба черешчатого, ясеня обыкновенного и ели обыкновенной; единично встречены осина, рябина обыкновенная, яблоня лесная;

- в подросте – клён, дуб, ясень с единичными деревцами ели и осины;

- густой подлесок включает бересклет бородавчатый, жимолость лесную, лещину обыкновенную, шиповник собачий, крушину ломкую и пр.

2. Определение степени рекреационной нагрузки на лесные экосистемы Козловой засеки

Рекреационная нагрузка на лесные экосистемы вблизи селитебных зон может стать причиной перерождения леса. В частности, нагрузка на почву, то есть вытаптывание, приводит к постепенному исчезновению травяного покрова, прекращению возобновления леса, а впоследствии его гибели. Ученые экологи выделяют пять стадий перерождения леса, вызванного деятельностью человека [1; 6 - 7; 11 - 12], характеристика которых приведена в приложения 1.

На основании проведенных нами наблюдений сделана оценка степени перерождения леса на каждой из изучаемых пробных площадей лесонасаждений; результаты представлены в таблице 1 и на цветной вкладке..

Таблица 1

Оценка степени перерождения леса на изучаемых пробных площадях

Пробная площадь	Характеристика экологического состояния изучаемого участка лесонасаждений	Стадия (степень) перерождения леса
ПП1	Густая, разветвленная тропиночная сеть; отсутствие подроста; подлесок редок; лесная подстилка видна лишь у стволов деревьев и на опушках; многочисленные стихийные свалки бытового мусора	III
ПП2	Разветвленная тропиночная сеть; отсутствие подроста и подлеска; лесная подстилка встречается лишь у подножий стволов деревьев; сильная замусоренность лесонасаждений	II
ПП3	Редкая тропиночная сеть; лесные дороги; подлесок густой; наличие изреженного подроста; следы слабого разрушения лесной подстилки; незначительная замусоренность лесонасаждений	III
ПП4	Редкая тропиночная сеть; есть лесные дороги; подрост густой; наличие изреженного подлеска; следы слабого разрушения лесной подстилки; незначительная замусоренность лесонасаждений	II
ПП5	Тропинки редкие, есть лесные дороги; деревья развиваются в основном в норме; подлесок негустой; подрост разновозрастный; лесная	II

	подстилка нарушена единично; замусоренность точечная	
ПП6	Очень редкие тропинки; здоровые деревья без внешних признаков повреждения; величина прироста соответствует норме; подлесок в виде куртин; подрост редкий; лесная подстилка нарушена редко; замусоренность точечная	I

3. Оценка состояния древостоя на пробных площадях леса

По результатам дендрологического исследования проведена оценка состояния древостоя каждой пробной площади леса с использованием шкалы оценки по внешним признакам (шкала визуальной оценки), составленной в соответствии с требованиями санитарных правил в лесах России [5 - 7; 11].

По шкале визуальной оценки определяются баллы состояния отдельных деревьев каждого вида – K_1 ; K_2 ; K_3 и т.д.

Средний балл состояния для каждого вида дерева рассчитывался по формуле:

$$K_1 = \frac{\sum V_i + n_1}{N_i}$$

где K_1 – коэффициент состояния отдельных видов деревьев;

V_i – баллы состояния отдельных деревьев

n_1 – общее число деревьев каждого балла состояния

N_i – общее число учтенных деревьев каждого вида

Σ - сумма

Коэффициент состояния древостоя в целом (K) вычислялся как среднее арифметическое средних баллов состояния разных видов деревьев на пробной площади:

$$K = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{N_{\text{общ.}}}$$

Оценка состояния древостоя на каждой из ПП проведена в соответствии с приложением 3; результаты представлены в таблице 2. Фотоиллюстрации выявленных нарушений нормальной морфологии древостоя показаны на цветной вкладке (см. фото 23 - 33).

**Общее эколого-санитарное состояния отдельных участков
лесонасаждений Козловой засеки**



Фото 19 – 20. Упавший древостой и крупный валеж в засечном лесу



Фото 21 – 22. Свалки бытового мусора после пикников на природе



**Фото 23 – 24. Площадные свалки мусора вблизи лесных дорог
и в микропонижениях рельефа**

Результаты оценки состояния древостоя лесонасаждений Козловой засеки

Пробная площадь	Виды деревьев	Формула состава древостоя	Баллы состояния деревьев	Коэффициент - состояния древостоя	Экологическое состояние древостоя	Выводы
ПП1	Липа Дуб Клён	5Л3Д2К	2, 3, 2, 2, 2 2, 2, 3 2, 2	2,28	Ослабленный	Состояние древостоя близко к угрожающему; необходимо применение комплекса оздоровительных мероприятий
ПП2	Липа Дуб Клён	4Л4Д2К	1, 1, 1, 2 2, 3, 2, 3 2, 1	2,08	Немного ослабленный	Состояние древостоя в целом относительно благополучное; на отдельных участках древостой ослаблен; необходимо применение профилактических мероприятий
ПП3	Берёза Клён Вяз Ель	4Б3К2В1Е	2,2,2,3 2,3,2 2,3 2	2,38	Ослабленный	Состояние насаждений становится угрожающим; необходимо применение комплекса профилактических и оздоровительных мероприятий
ПП4	Клён Липа Дуб Ива	3К3Л2Д1И	1, 2, 1 2, 1, 1 2, 2 1	1,98	Немного ослабленный	Деятельность человека внесла в лесное сообщество небольшие изменения; необходимо применение профилактических мероприятий
ПП5	Берёза Липа Клён	5Б3Л2К	1, 1, 2, 1, 2 2, 2, 1 2, 1	1,87	Немного ослабленный	Деятельность человека внесла в лесное сообщество незначительные

						изменения
ПП6	Клён Дуб Ясень Ель	4К2Д2Я2Е	1, 1, 2, 1 2, 2 1, 1 1, 2	1,72	Относительно здоровый	Деятельность человека внесла в лесное сообщество незначительные изменения

Нарушения морфологических характеристик древостоев в лесонасаждениях Козловой засеки



Фото 25 – 26. Повреждения коры деревьев дуплами и трещинами



Фото 27 – 29. Патологические нарушения морфологии крон деревьев



Фото 30 – 31. Раковые наросты на стволах деревьев



Фото 32 – 33. Фауты (раздвоение) стволов деревьев

Анализируя данные, приведенные в табл. 2, приходим к выводам о том, что наибольшим неблагоприятием состояния отличаются древостои на ПП1 и ПП3, где вычисленные коэффициенты состояния составляют соответственно 2,28 и 2,38; наиболее благополучно состояние деревьев на ПП6 ($K = 1,72$), где рекреационная деятельность туляков не внесла существенных нарушений в данную лесную экосистему. На четырех ПП древостой характеризуется как ослабленный либо немного ослабленный.

4. Лихеноиндикация воздушной среды в лесонасаждениях Козловой засеки

Биоиндикация – это оценка состояния окружающей среды по реакции живых организмов [1; 7]. В зависимости от свойств используемого индикатора различают специфическую и неспецифическую биоиндикацию. О неспецифической биоиндикации говорят в том случае, когда различные антропогенные факторы вызывают одни и те же ответные реакции. Если те или иные происходящие изменения можно связать только с одним фактором, то речь идет о специфической биоиндикации [12]. В качестве биоиндикаторов используются животные, растения, бактерии, вирусы [1; 6].

Одним из перспективных объектов биоиндикации являются лишайники. Они распространены по всему земному шару и могут служить объектом мониторинга на всех уровнях: локальном (в конкретной местности), региональном (в обширном регионе) и глобальном (на всем земном шаре) [12].

Тело лишайника, или слоевище (таллом), состоит из гриба и одноклеточных водорослей, находящихся в симбиозе. В зависимости от морфологических признаков строения слоевища лишайники делятся на три группы [1, 11, 12]:

- **накипные** (коркоподобные) похожи на плоские корки, плотно срастаются с корой, камнями, почвой, они трудно отделяются, на ощупь бархатистые, влажновитые;

- **листоватые** имеют форму мелких пластинок, чешуек, они прикрепляются к поверхности тонкими нитями гриба и довольно легко отделяясь от нее;

- **кустистые** растут либо вверх как маленькие кустики, либо свисают вниз.

Лишайники высокочувствительны к загрязнению среды обитания. На них губительно действуют вещества, увеличивающие кислотность среды (SO_2 , HF, HCl, O_2). Для лишайников сравнительно безвредны тяжелые металлы, накапливающиеся в слоевище, а также радиоактивные изотопы [1; 6; 12].

В ходе нашего исследования на древостое всех пробных площадей изучаемых лесонасаждений обнаружены эпифитные лишайники – накипные и листоватые, относящиеся к 3 родам: ксантория (золотянка), кладония, пармелия. Фото эпифитных лишайников, обнаруженных на стволах деревьев на изучаемых ПП представлены на цветной вкладке (см. фото 34 – 39).

Для определения площади проективного покрытия стволов деревьев на высоте 30 – 150 см на их кору накладывалась рамка размером 10 x 10 см.

Результаты обнаружения лишайников, определения морфологических особенностей их талломов и площадей проективного покрытия стволов деревьев на изучаемых пробных площадях лесонасаждений представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты обнаружения эпифитных лишайников и степени покрытия ими стволов деревьев

Признаки	Исследуемые деревья					
	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4	ПП5	ПП6
Общее кол-во родов лишайников, в том числе:	2	3	2	3	3	3
- листоватых	-	+	-	+	+	+
- накипных	+	+	+	+	+	+
Степень покрытия древесного ствола лишайниками, в %	15	25	10	38	42	48

Оценку качества воздушной среды изучаемого лесного сообщества производили в соответствии с приложением 4.

Анализ данных табл. 3 показал:

- наибольшим неблагополучием воздушной среды выделяются ПП1 и ПП2, где на стволах деревьев обнаружены лишь накипные лишайники двух родов – индикаторы загрязненного воздуха;

- на остальных четырёх ПП покрытие коры деревьев включает накипные и листоватые лишайники 3-х родов, что свидетельствует о слабом загрязнении атмосферного воздуха;

- основываясь на величинах площадей проективного покрытия древесных стволов на ПП4, ПП5 и ПП6, можно заключить, что наибольшим экологическим благополучием отличаются данные участки лесонасаждений Козловой засеки.

Образцы эпифитных лишайников на древостое Козловой засеки



Фото 34 – 37. Накипные лишайники (Ксантория настенная и Кладония)



Фото 38 – 39. Листоватые лишайники рода Кладония



Фото 40 – 41. Листоватые лишайники родов Пармелия и Кладония

ВЫВОДЫ

На основании результатов проведенных исследований можно сделать выводы.

1. Изучение видового разнообразия древесно-кустарниковой флоры лесонасаждений Козловой засеки показало: древостой представлен такими лесообразователями, как дуб черешчатый, липа мелколистная, клён остролистный, вяз гладкий, ясень обыкновенный с участием берёзы бородавчатой, осины, ели обыкновенной; во втором подъярусе древостоя встречаются рябина обыкновенная, черёмуха птичья, ива козья, яблоня лесная. Практически на всех изученных участках лесонасаждений, кроме одного (ПП1), имеется разновозрастный подрост.

2. Подлесок состоит из лещины обыкновенной, бересклета бородавчатого, жимолости лесной и обыкновенной, боярышника кроваво-красного, калины красной, крушины ломкой, жёстера слабительного, шиповника собачьего. Нередко встречаются заросли малины лесной и ежевики (на увлажненных участках леса).

3. Видовой состав раннецветущей флоры довольно богат и включает ряд видов, типичных для широколиственных лесов (осока волосистая, копытень европейский, сныть обыкновенная, зеленчук жёлтый, хохлатки Галлера и Машалла и др.).

4. В мохово-лишайниковом ярусе отмечены зеленые мхи и эпифитные лишайники замшелых субстратов.

5. Лесонасаждения на изученных ПП Козловой засеки подвержены перерождению в разной степени:

- наибольшая степень (III-я) выявлена на ПП1 и ПП3;
- на ПП2, ПП4 и ПП5 установлена II степень перерождения леса;
- лесонасаждения на ПП6 характеризуются I степенью, что свидетельствует об относительном экологическом благополучии древостоя.

6. Вычисленные коэффициенты состояния древостоя свидетельствуют о том, что: наибольшим неблагополучием состояния отличаются древостои на ПП1 и ПП3, где вычисленные коэффициенты состояния составляют

соответственно 2,28 и 2,38; наиболее благополучно состояние деревьев на ПП6 ($K = 1,72$), где рекреационная деятельность туляков не внесла существенных нарушений в данную лесную экосистему. На четырёх ПП древостой оценен как ослабленный либо немного ослабленный.

7. Лихеноиндикацией воздушной среды на изученных лесонасаждениях установлено относительно благополучное состояние атмосферного воздуха на ПП2, ПП4, ПП5 и ПП6; воздушная среда на ПП1 и ПП3 оценена как слабо загрязненная.

5. Ослабленное состояние древостоев, эколого-санитарное состояние, степень нарушенности лесных экосистем на ряде участков лесонасаждений Козловой засеки требуют разработки и проведения профилактических и природоохранных мероприятий, а также неотложных мер по восстановлению лесонасаждений.

Список использованных источников

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии. - М.: АО МДС, 2012.
2. Алюшин А.И. Растения Тульского края: Очерки растительного покрова. – Тула: Приокское книжное изд-во, 1982.
3. Боголюбов А.С., Буйволлов Ю.А., Кравченко М.В. Изучение экологии первоцветов: Методическое пособие. – М.: Экосистема, 2002. – 35 с.
4. Зорина Т.Г. Школьникам о лесе. – М.: Лесная промышленность, 1971.
5. Каплан Б.М. Флористические исследования местности: Учебное пособие для юных натуралистов. – М., ГОУ ДОД ФДЭБЦ, 2007. – 48 с.
6. Кобельков М.Е., Чуканов М.А., Хотин Д.В. Категории состояния основных лесобразующих пород Московской области / Под общ. ред. М.Е. Кобелькова. - М., 2010.
7. Красная книга: Особо охраняемые природные территории Тульской области. – Тула: Гриф и К, 2007. – 316 с.
8. Красная книга Тульской области: растения и грибы. / Под ред. А.В. Щербакова. – Тула, Гриф и к, 2010. – 393 с.
9. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – 10-е изд., испр. и дополн. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
10. Методы изучения состояния окружающей среды: Практикум по экологии / Под ред. Л.А. Коробейниковой. - Вологда: Русь, 2012.
11. Могильнер А.А., Яхонтов Е.Л. Усынови заказник: Методическое пособие для юных защитников природы. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016.
12. Овчинников Ю.И., Овчинников О.Ю. Физическая география Тульской области: Учебное пособие. – Тула: Пересвет, 2000. – 143 с.
13. Полянский И.И. Ботанические экскурсии: Пособие для учителей. – Изд. 3-е, перераб. и дополн. - М.: Просвещение, 2004.
14. Пряхин И.П. Тульские засеки. – М.-Л., 1960.
15. Растительный и животный мир Тульской области и его охрана. – Тула: Приокское книжное изд-во, 1987.
16. Ростовцев М.И. Где шумят дубравы: Очерки. – Тула: Приокское книжное изд-во, 1987.
17. Самкова В.А. Мы изучаем лес: Задания для учащихся к полевой практике. - М.: Центр «Экология и образование», 2016.
18. Тульские засеки: история, современность, будущее: Материалы научно-практического семинара (31 октября – 1 ноября 2013 г.) / Под науч. ред. О.В. Швец. – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2013. – 99 с.

**Определение степени перерождения леса
под воздействием человека**

Стадия	Характеристика лесного сообщества
I	Деятельность человека не внесла в лесное сообщество сколько-нибудь значительных изменений.
II	С появлением человека возникла редкая сеть тропинок, среди травянистых растений появились светолюбивые виды, начала разрушаться подстилка.
III	Тропиночная сеть уже сравнительно гуще, светолюбивые виды теперь преобладают в травяном покрове, начинают появляться луговые травы, мощность подстилки уменьшается. На участках, где нет тропинок, возобновление леса еще удовлетворительное.
IV	Тропинки густо опутывают лес. В травяном покрове количество лесных видов незначительно. Молодого подроста (до 5-7 лет) практически нет, подстилка встречается лишь у стволов деревьев; в местах поверхностного стока вод образуются борозды размыва.
V	Полное отсутствие подстилки. Полное отсутствие подроста. На плотной вытопанной земле под редкими деревьями отдельные экземпляры сорных и однолетних трав. На наклонных участках хорошо различимы формы линейной эрозии: борозды, овраги. На легких (супесчаных) почвах, меньше поддающихся уплотнению по сравнению с тяжелыми суглинистыми и глинистыми почвами, в результате плоской эрозии смывается верхний слой - перегной

Шкала визуальной оценки деревьев по внешним признакам

Баллы	Категория состояния деревьев	Морфологическая характеристика				
		кроны	листьев и хвои	почек и побегов	прироста	ствола
1	Здоровые	Без внешних признаков повреждения. Крона, листья, хвоя, почки, величины приростов соответствует норме для данного вида, возраста и условий произрастания				
2	Ослабленные	Слабоажурная с усыханием отдельных ветвей	Листья и хвоя светло-зеленые, часто с желтым оттенком, повреждение листьев и хвои до 1/3 общего количества; отмечается ранний опад листьев, хвоя держится 2-3 года	У лиственных почки мелкие, часто недоразвитые, до 25% почек прошлого года погибла; у хвойных верхушечные почки часто деформированы; мутовки образуются из 2/3 почек	Часто укорочен, но при избытке азота в воздухе может быть сильно увеличен	У хвойных, особенно у ели, сильное смолотечение и небольшие местные отмирания коры
3	Сильно ослабленные	Ажурная, изреженная, со значительным усыханием ветвей, суховершинность	Листья светло-зеленые, хвоя матовая, с бурным оттенком, повреждение листьев и хвои достигает 2/3 общего количества, хвоя держится 1-2 года; листья мелкие, но бывают увеличены	У лиственных пород погибает 30-50% почек прошлого года, у хвойных погибает до 50-70% почек, образуются мутовки; значительная часть верхушечных почек деформирована; побеги II-го порядка образуются	Укорочен или полностью отсутствует	Смолотечение сильное; значительное отмирание коры
4	Усыхающие	Сильноажурная, усыхание ветвей по всей кроне	Листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком, отмечается ранний листопад; хвоя бледно-зеленая, желтого или	Сохранилось до 10-15% почек	Отсутствует	Признаки заселения стволовым и вредителям и (буровая муха), отверстия, значительное

			бурого оттенка, осыпающаяся, повреждение листьев и хвои превышает 2/3 общего кол-ва			отмирание коры
5	Сухие (свежий и старый сухостой)	Сухая	Листьев нет, хвоя желтая и бурая, осыпается или осыпалась	Почек нет, побеги сухие	Отсутствует	Кора частично или полностью опала; заселена или отработана стволовым и вредителям и

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Оценка состояния древостоя лесной экосистемы

К	Балл состояния древостоя	Характеристика состояния древостоя
$K \leq 1,5$	I	Здоровые
$K = 1,6 - 2,5$	II	Ослабленные
$K = 2,6 - 3,5$	III	Сильно ослабленные
$K = 3,6 - 4,5$	IV	Усыхающие
$K \geq 4,6$	V	Сухие

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Лихеноиндикационное определение степени загрязнения атмосферного воздуха

Зона	Степень загрязнения	Наличие (+) или отсутствие (-) лишайников		
		кустистые	листовые	накипные
1	Загрязнения нет	+	+	+
2	Слабое загрязнение	-	+	+
3	Среднее загрязнение	-	-	+
4	Сильное загрязнение («лишайниковая	-	-	-

	пустыня»))			
--	-------------	--	--	--