

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Современные к оценке экосистемных услуг	4
1.1 Классификация экосистемных услуг	4
1.2 Экосистемные услуги старинных парков	9
1.3 Роль экологического состояния в продукции экосистемных услуг	12
2 Методы исследования и краткая характеристика объекта исследования.....	17
2.1 Характеристика объекта исследования.....	17
2.1.1 История формирования ансамбля парка	17
2.1.2 Географическое положение района исследования.....	20
2.1.3 Геологическая и ландшафтная характеристика.....	23
2.2 Методы исследования экологического состояния древостоя	26
2.2.1 Идентификация экосистемных услуг	26
2.2.2 Оценка стоимости посещения парка	32
2.3 Оценки состояния древостоя на территории парка «Александрия»	34
3 Оценка экосистемных услуг парка Александрия	39
3.1 Оценка экологического состояния парка "Александрия"	39
3.2 Идентификация экосистемных услуг парка "Александрия" ..	44
Заключение.....	55
Список использованной литературы.....	56

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в РФ имеется множество объектов озеленения населенных пунктов, созданных во 2-й, полови XVIII–I– 1-й половине XX веков. Большая их часть находятся в запущенном состоянии, и требует неотложных восстановительных работ. В связи с этим актуальность темы определена тем, что при существующем недостатке озелененных территорий необходимо создавать новые пространства для рекреации населения или проводить восстановительные мероприятия существующих объектов садово-паркового наследия. Российской наукой и практикой накоплен немалый опыт по воссозданию и использованию «зеленого» зодчества.

В современном мире важно не только обеспечить экономическое развитие, но и сохранить природные ресурсы для будущих поколений. Особую роль в этом играют особо охраняемые природные территории, которые являются уникальными уголками природы, где сохраняются экосистемы, предоставляющие огромное количество экосистемных услуг. Именно эта проблема позволяет нам сосредоточить нашу работу на этой теме.

Целью нашей работы было оценить стоимость экосистемных услуг парка «Александрия» в контексте состояния древесной растительности в нем.

Для достижения цели мы поставили перед собой следующие задачи:

1. Оценить значение парка Александрия как поставщика экосистемных услуг;
2. Оценить состояние древесных насаждений парка;
3. Выявить связь количества экосистемных услуг и состояния древостоя;
4. Рассчитать численную величину стоимости экосистемных услуг парка по методике.

1 СОВРЕМЕННЫЕ К ОЦЕНКЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

1.1 Классификация экосистемных услуг

Сохранение биоразнообразия, восстановление нарушенных экосистем и внедрение устойчивых практик управления природными ресурсами являются важными шагами для обеспечения долгосрочной устойчивости этих услуг. Это требует комплексного подхода, включающего местные сообщества, ученых, правительственные структуры и бизнес, чтобы совместно работать над сохранением природы и улучшением качества жизни людей.

Экологическое состояние экосистем играет ключевую роль в производстве экосистемных услуг, которые представляют собой преимущества, получаемые людьми от природы. Эти услуги можно разделить на несколько категорий: поддерживающие, регулирующие, культурные и продуктивные.

1. Поддерживающие услуги: Эти услуги обеспечивают условия для существования других экосистемных услуг. Например, здоровые почвы, богатые биоразнообразием, способствуют углеродному циклу и поддерживают водный баланс. Плохое экологическое состояние, такое как эрозия почвы или утрата биомассы, может снизить способность экосистем поддерживать эти услуги.

2. Регулирующие услуги: Экосистемы регулируют климат, качество воды, уровень загрязнения и другие экологические параметры. Например, леса поглощают углекислый газ и помогают смягчать изменения климата. Загрязнение или разрушение habitats (например, вырубка лесов) могут значительно снизить эффективность этих услуг.

3. Культурные услуги: Экосистемы также предоставляют культурные и эстетические ценности, включая рекреацию, духовные практики и образовательные возможности. Ухудшение состояния экосистем может привести к утрате этих ценностей и снижению качества жизни людей.

4. Продуктивные услуги: Это услуги, связанные с производством пищи, воды и других ресурсов. Здоровые экосистемы обеспечивают устойчивое производство сельскохозяйственной продукции, рыбы и лесных ресурсов. Пестициды, загрязнение и изменение климата могут негативно повлиять на эти услуги.

В настоящее время имеется три международных классификации экосистемных услуг [Ken , 2017] :

1. Классификация в докладе Millennium Ecosystem Assessment, 2005 [Оценка экосистем..., 2005]
2. Классификация международного проекта [Экономика экосистем..., 2016]
3. Классификация ЕЕА, Европейского агентства по охране окружающей среды, CICES [CICES, 2013].

Эти классификации схожи и включают четыре категории экосистемных услуг:

1. Обеспечивающие – обеспечение людей материальными благами и ресурсами, которые им непосредственно используются. В эту категорию входят такие услуги, как обеспечение продовольствием, водой, сырьём, генетическими материалами и т.д.
2. Регулирующие – механизмы регулирования экосистемами показателей окружающей среды, важных для благополучия общества. В эту категорию входят такие услуги, как регулирование климата, стихийных бедствий, переработка отходов и т.д.
3. Поддерживающие – механизмы поддержания экосистемами показателей окружающей среды, важных для благополучия общества. В поддерживающие услуги включают услуги по почвообразованию, поддержанию жизненного цикла, круговороту питательных веществ, фотосинтезу и т.д.
4. Культурные – нематериальное обеспечение культурных, духовных и научных потребностей общества. Сюда относят такие услуги, как рекреационные, эстетические, духовные и просветительские и т.д.

Первые две классификации предназначены и разработаны для определения и оценки ЭУ на глобальном и национальном уровнях, поэтому в данной работе использоваться не будут. Остановимся подробнее на классификации CICES.

В попытке создать универсальную классификацию была предпринята работа в рамках разработки пересмотренной версии Системы экологического и экономического учета (СЭЭУ) под руководством Статистического отдела Организации Объединенных Наций (СОООН). Результатом этого стала так называемая Общая международная классификация экосистемных услуг CICES, целью которой было помочь специалистам определить, что представляет собой «конечная» экосистемная услуга, и ориентироваться между различными типологиями, возникшими вокруг концепции экосистемных услуг, и особенно для составления стандартизированной отчетности. Первоначально разработанная в контексте бухгалтерского учета, она получила более широкое распространение в сообществе, занимающемся экосистемными услугами, и является,

например, основой, используемой в проекте MAES, целью которого является картирование экосистемных услуг в европейском масштабе.

В разработке CICES взяли за отправную точку типологию экосистемных услуг, предложенную в «Оценке экосистем на пороге тысячелетия» [Millennium Ecosystem Assessment, 2005]

(<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>) и усовершенствовали ее, чтобы отразить некоторые ключевые проблемы, выявленные в более широкой исследовательской литературе. Например, в ней определено, что считается «конечными услугами», а также эта классификация разработана на основе идеи иерархии, чтобы учесть тот факт, чтобы специалисты работали как на локальных уровнях, так и на глобальном уровне.

Первая версия CICES, которая и сейчас широко используется, была опубликована в 2013 году. На самом высоком или самом общем уровне находятся три категории, используемые и в других классификациях: обеспечивающие, регулирующие и поддерживающие, культурные. Ниже этих основных «разделов» классификации находится ряд «подразделений», «групп» и «классов». На рисунке ниже показано, как устроена иерархическая структура обеспечивающих услуг.



Рисунок 1 – Иерархическая структура CICES на примере обеспечивающих услуг (<https://cices.eu>) [CICES, 2013]

В настоящее время выделяют три типа оценки экосистемных услуг: экологическую, социокультурную и экономическую [Potschin et al., 2018]. При экологической оценке специалисты в основном фокусируются на анализе компонентов, функций и структуры экосистемы, оценивая, насколько эффективно она выполняет свои функции по сравнению с неизменными экосистемами, не затронутыми человеческой деятельностью [Тихонова, 2018]. Этот вид оценки чаще всего применяется для анализа регулирующих и поддерживающих услуг, когда невозможно выразить их стоимость в денежном эквиваленте. Социокультурная оценка предназначена для анализа культурных экосистемных услуг, так как она ориентирована на нематериальные преимущества, которые люди получают через взаимодействие с природой, включая духовное обогащение, когнитивное развитие, размышления, отдых и эстетические впечатления [Xin Cheng, 2019]. Экономическая оценка является наиболее распространенной, поскольку результаты оценки экосистемных услуг выражаются в денежном формате, что

делает ее более удобной для принятия управленческих решений. Основной причиной популярности денежной оценки экосистемных услуг является рост осведомленности о социальной значимости природы и возможность учесть влияние экосистем в анализе «скрытых затрат и выгод» [Barbier, 2009].

В 2018 году исследователями из МГУ имени М.В. Ломоносова была оценена экосистемная услуга по сохранению биоразнообразия сообществ почвенных беспозвоночных животных в Никитском ботаническом саду, но работа не охватывала остальные экосистемные услуги этой природной территории [Рахлеева, 2018].

В 2023 году в рамках государственного задания ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» была исследована ценность экосистемных услуг Ялтинского горно – лесного заповедника. В рамках работы были идентифицированы двадцать видов экосистемных услуг заповедника с использованием классификации CICES, которые могут в дальнейшем использоваться для анализа территории. Остальные экосистемные услуги либо заповедник не предоставляет, либо предоставляет, но заповедный статус не позволяет их получить (например, грибы, ягоды) [Никифорова, 2023].

Крымский федеральный университет им. Вернадского с 2010 года активно занимается оценкой ЭУ ООПТ полуострова: в 2017 году ими была проведена экономическая оценка ЭУ природного заказника «Байдарский», который граничит с ЮБК [Малышев, 2019]. В ходе работы ими были использованы методики оценки ЭУ как зарубежных, так и отечественных исследователей и в результате удалось оценить несколько видов ЭУ по водорегулированию, почвообразованию и так далее.

Одним из пионерных исследований в области идентификации и оценки ЭУ является исследование ЭУ музея-заповедника «Ясная Поляна Л.Н. Толстого» (Тульская область), особенностью которого является то, что этот музей-заповедник – окультуренный ландшафт, который имеет цель по сохранению культурного наследия. В результате исследования была выявлена необходимость внедрения системы платежей за экосистемные услуги, как дополнительного источника финансирования музея-заповедника с целью сохранения ЭУ [Касимов и др., 2013].

Исследователями из Китайской Народной Республики была проведена работа, где анализировалось, насколько создание ООПТ влияет на предоставление экосистемных услуг на примере природного заповедника Хо-Силь на Цинхай-Тибетском нагорье. В ходе работы использовался метод моделирования и картографирования, использовались данные дистанционного зондирования с расчетом индекса NDVI. В результате

исследования выяснилось, что создание ООПТ положительно повлияло на стоимость всех четырех категорий экосистемных услуг (обеспечивающих, регулирующих, поддерживающих, культурных) [Zeng, 2020].

Другим примером зарубежного исследования ЭУ ООПТ является исследование ЭУ двух охраняемых территорий Испании (национальный парк Доньяна и национальный парк Сьерра-Невада). В ходе работы использовался социокультурный вид оценки, где были проведены интервью заинтересованных сторон национальных парков, включающие в себя представителей различных областей жизни: представителей власти, бизнеса, науки, образования. В результате было заключено, что подход, основанный на экосистемных услугах, может улучшить учет социальных интересов при управлении этими охраняемыми территориями [García-Llorente et al., 2018].

1.2 Экосистемные услуги старинных парков

Согласно представлениям об экосистемных услугах экологические функции дендропарков и ботанических садов играют не последнюю роль в устойчивом развитии урбанизированных территорий. Они поддерживают геоэкологическое равновесие городских и сельских поселений, являются носителями средообразующих геосистем. Средообразующие геосистемы ботанических садов выполняют функции саморегуляции среды, создают и поддерживают условия, обеспечивающие жизнедеятельность общества и биоты в целом [Millennium Ecosystem ,2005]. Геосистема каждого ботанического сада выполняет определенную средообразующую функцию и формирует определенную сферу товаров и услуг «экосистемные услуги».

В отечественных и мировых научных работах развиваются новые направления, связанные с учётом, оценкой и формированием рынка экосистемных услуг. В общем плане теория экосистемных услуг охватывает развитие полезных функций экосистем, формирующих высокий общественный интерес к сохранению биологического разнообразия. Так, исходя из концепции общей экономической ценности была определена удельная ценность основных биомов Земли, основанная на «утилитарных» и «идеальных» природных благ [Costanza,1997]. Проработаны методические подходы к оценке лесных геосистем как источника экосистемных услуг [ТЕЕВ, 2010]; природных геосистем и отдельных регионов [Тимков, 2009]. Формулируются научные подходы по оценке экономической ценности популяций отдельных видов растений. Особо

востребована информация о стоимостной оценке экосистемных услуг особо охраняемых территорий [Бобылев, 2009].

В научной литературе практически не раскрываются особенности экосистемных услуг ботанических садов и дендрариев и возможности их внедрения в систему услуг лесостепного региона, включая лесные, водные, биологические ресурсы, биоразнообразие, площадь ООПТ. Тем не менее именно экологические услуги дендрологических парков и ботанических садов становятся все более востребованными.

В качестве основных экосистемных функций выступают: стабилизация климатических условий, нейтрализация вредных веществ в почве и атмосфере, защита земель от эрозии, продуктивность естественных и искусственных растительных сообществ и др. Именно экосистемные услуги фактически не выступают объектами рыночных отношений, а их потеря практически не рассматривается с точки зрения экономической оценки.

Средообразующий потенциал 27 дендропарков и 6 ботанических садов лесостепного Черноземья формируется на площади порядка 1700 га, где доминирующими являются лесные геосистемы. Ценность лесных геосистем определяется возможностями выполнения ими средообразующих функций: почвозащитной, водорегулирующей, ионизации воздуха, регулирование кислородно-углеродного баланса, нейтрализации загрязняющих веществ. В ботанических садах также представлены естественные лугово-степные и степные фитоценозы, разнообразные коллекции и экспозиции живых растений [Воронин и др, 2017].

Лесостепные дендропарки и ботанические сады предоставляют широкий спектр экосистемных услуг, приносящих пользу как местному населению, так и более широкому кругу заинтересованных сторон. Рассмотрим основные из них:

Регулирование климата посредством поглощения углекислого газа: Деревья и растения в дендропарках активно поглощают углекислый газ из атмосферы в процессе фотосинтеза, способствуя снижению концентрации парниковых газов и смягчению последствий изменения климата. Выгоду от этой услуги получает всё население региона, поскольку улучшается качество воздуха и стабилизируется климат.

Секвестрация и депонирование углерода: помимо поглощения углекислого газа, лесостепные насаждения дендропарков и ботанических садов способствуют долгосрочному депонированию углерода в биомассе деревьев, почве и подстилке. Это уменьшает количество углекислого газа в атмосфере на длительный срок, что также приводит к регулированию климата.

не менее важна газовая функция зеленых растений. В процессе фотосинтеза они выделяют кислород, необходимый для дыхания человека и животных. Лесостепные дендропарки и ботанические сады, насыщая воздух кислородом, благоприятно влияют на здоровье и благополучие населения региона.

Деревья и растения в дендропарках создают микроклимат, снижая температуру воздуха в жаркое время года и повышая влажность. Это создает более комфортные условия для жизни людей и животных, а также способствует росту других растений, что формирует устойчивые сообщества. Кроме того, корневая система растений укрепляет почву, предотвращая ее размывание и выветривание. Это особенно важно для лесостепных зон, где эрозия почв может приводить к снижению плодородия сельскохозяйственных земель. В результате, повышение продуктивности окружающих сельскохозяйственных земель, которые находятся в зоне влияния дендропарков и ботанических садов, является выгодой.

Известно, что растения способны поглощать и нейтрализовать загрязняющие вещества из атмосферы и почвы, такие как тяжелые металлы, пыль и газы. Эта услуга способствует улучшению качества воздуха и почвы, что положительно сказывается на здоровье населения [Рамазанова, Асадулаев, 2013]; [Гетко и др., 2014]

Фитонцидная активность: Многие растения выделяют фитонциды – летучие вещества, обладающие антимикробными свойствами. Фитонциды очищают воздух от бактерий и вирусов, способствуя укреплению иммунитета и снижению заболеваемости населения. Например, в хвойных лесах концентрация фитонцидов настолько высока, что воздух практически стерилен. Это делает прогулки в таких лесах особенно полезными для здоровья, что подтверждено многочисленными исследованиями [Слепых, 2008].

Лесостепные дендропарки и ботанические сады являются важными центрами сохранения биоразнообразия, предоставляя убежище для многих видов растений и животных, в том числе редких и исчезающих. Например, в дендропарках могут сохраняться такие виды, как Ковыль перистый (*Stipa pennata*) Рябчик русский (*Fritillaria rossica*) и Редкие виды луковичных растений (тюльпаны, рябчики, гиацинты). В совокупности это обеспечивает поддержание устойчивости природных и природно-антропогенных экосистем на различных уровнях.

Безусловно, в природных лесах и других сообществах содержатся ценные генетические ресурсы, которые могут быть использованы в селекции новых сортов

растений для лесного и сельского хозяйства, медицины и других отраслей. Обеспечение генетическими ресурсами растений лесного и сельского хозяйства, медицины и др., является экосистемной выгодой.

Лесостепные дендропарки и ботанические сады могут служить источником различных природных продуктов, таких как лекарственные растения, ягоды, грибы и мед. Сбор растительных ресурсов и их производных предоставляет возможность для получения дополнительных доходов населению и обеспечивает доступ к ценным природным продуктам.

Указывается, что за последние 60 лет более 60 % мировых экосистемных услуг подорваны в результате антропогенного воздействия [Бобылев, 2009]. Современные экологические проблемы (рост городской застройки, биологические инвазии, загрязнение окружающей среды и др.) значительно снижают устойчивость геосистем дендропарков и ботанических садов, что отражается на качестве экосистемных услуг центров интродукции.

В современных работах по реконструкции и модернизации территорий лесостепных ботанических садов [Воронин и др, 2017] затрагиваются вопросы формирования рынка экосистемных услуг на базе центров интродукции. Высокая заинтересованность в поддержании и сохранении геоэкосистем ботанических садов и дендропарков со стороны профильных учреждений обусловлена получением выгод от роста востребованности экосистемных услуг центров интродукции, особенно в области рекреации и экологического туризма [Воронин, 2013]. Прогнозируется, что платежи за различные виды экоуслуг дендропарков и ботанических садов станут ключевым механизмом управления ресурсами их экосистем.

1.3 Роль экологического состояния в продукции экосистемных услуг

Качество экосистемных услуг, предоставляемых деревьями в зеленых зонах, тесно связано с их физиологическим здоровьем и качеством листвы. Многочисленные научные исследования подтверждают прямую зависимость между физиологическим состоянием деревьев и их способностью выполнять важнейшие экологические функции. Ключевая взаимосвязь выражается через фотосинтез, который обуславливает ключевую. Экосистемную услугу зеленых растений. Фотосинтез представляет собой удивительный и жизненно важный процесс, благодаря которому деревья способны преобразовывать

углекислый газ в кислород и производить углеводы. Листья деревьев играют в этом процессе ключевую роль. Здоровое дерево с густой и энергичной листвой может поглощать значительное количество углекислого газа, тем самым способствуя очищению атмосферы и поддержанию баланса в экосистеме. Отмирание листьев: дерево без листьев или с пораженной листвой (например, из-за болезней, вредителей или неблагоприятных условий окружающей среды) не может осуществлять фотосинтез, что значительно снижает его эффективность в поглощении углекислого газа.

Климаторегулирующие услуги демонстрируют выраженную чувствительность к состоянию древостоя. Здоровые деревья обладают максимальной способностью к секвестрации углерода. По данным исследования [Pan et al. 2011], опубликованного в Science, нетронутые леса поглощают на 25-30% больше углекислого газа по сравнению с поврежденными насаждениями. При этом деревья, пораженные вредителями или болезнями, не только теряют продуктивность, но и могут превращаться в источники углерода из-за процессов разложения.

Водорегулирующие функции также напрямую зависят от состояния древесной растительности. Исследование, проведенное [Ellison al. 2017] в Nature Communications, показало, что здоровые лесные экосистемы способны регулировать до 75% водного стока, тогда как деградированные леса теряют до 60% этой способности. Корневые системы здоровых деревьев обеспечивают оптимальную инфильтрацию осадков и предотвращают эрозию почв.

Особенно заметно влияние состояния деревьев на биоразнообразие. Как отмечают исследователи Lindenmayer et al. [2012] в Biological Conservation, старовозрастные здоровые деревья поддерживают существование около 40% видов лесных экосистем. Больные и ослабленные деревья значительно сокращают количество доступных экологических ниш.

Экономические последствия ухудшения состояния древостоев хорошо документированы. По оценкам FAO [2020], глобальные потери от снижения продуктивности лесов составляют около 50 млрд долларов ежегодно. Особенно значительны потери в секторе недревесной лесной продукции - лекарственных растений, плодовых и технических культур.

Здоровье деревьев в значительной мере определяется их доступом к питательным веществам и воде. Деревья, которые получают достаточное количество этих жизненно важных ресурсов, обычно обладают более густой и яркой листвой. Такая лиственная шапка не только радует глаз, но и значительно увеличивает способность деревьев

выполнять важные экосистемные функции, такие как очистка воздуха и поддержание биологического разнообразия.

Кроме того, здоровые деревья отличаются высокой устойчивостью к различным экологическим стрессам, таким как засуха или загрязнение окружающей среды. Эта устойчивость играет ключевую роль в их долговечности и способности продолжать обеспечивать экосистемные услуги на протяжении многих лет. Таким образом, физиологическое здоровье деревьев является основой их жизнедеятельности и важным фактором в поддержании экологического баланса.

Здоровые деревья, с их пышной листвой и крепкими ветвями не только более привлекательны эстетически, но и создают среду обитания для множества животных. Эти зелёные гиганты служат домом для различных видов, от птиц до мелких млекопитающих, тем самым способствуя сохранению биоразнообразия. Это разнообразие форм жизни не только радует глаз, но и выполняет важные функции в экосистеме, такие как опыление растений и контроль за численностью вредителей. Растения с поврежденными стволами, например, с дуплами или полостями (рис. 2), оказывают меньший объем экосистемных услуг по сравнению со здоровыми, неповрежденными деревьями. Например, деревья с поврежденными стволами, особенно со значительным загниванием или потерей древесины, обладают пониженной способностью к фотосинтезу. Это связано с тем, что повреждение может повлиять на способность дерева транспортировать воду и питательные вещества к листьям. Кроме того, поврежденные деревья как правило растут медленнее, поглощая со временем меньше углерода. Естественно, снижение фотосинтетической активности поврежденных деревьев напрямую приводит к снижению выработки кислорода.

Поврежденное дерево с потенциально меньшим количеством листьев и ослабленной структурой менее эффективно фильтрует и очищает воздух.

С другой стороны повреждения ствола – дупла и впадины могут служить средой обитания для определенных диких животных (птиц, белок, насекомых). Однако дерево со значительным повреждением ствола может быть структурно неустойчивым и менее способным поддерживать разнообразную экосистему. Общее состояние дерева находится под угрозой, что влияет на его способность обеспечивать пищу, кров и места для гнездования.



Рисунок 2 – Поврежденное дерево

Поврежденные стволы по своей природе слабее и более подвержены слому или обрушению, особенно во время сильных ветров или штормов. Это снижает их ценность для обеспечения тени, защиты от ветра и других защитных функций. Кроме того, падающие ветви или целые деревья могут представлять угрозу безопасности людей и имущества. Происходит также снижение эстетической ценности: Здоровое, хорошо сформированное дерево эстетично и способствует красоте ландшафта. Поврежденные деревья могут иметь неприглядный вид, снижая внешнюю привлекательность окружающей среды.

Кроме того, здоровые деревья активно участвуют в сложных экологических взаимодействиях. Они поддерживают симбиотические отношения с микоризными грибами, которые обитают в их корнях. Эти грибы помогают улучшить состояние почвы, способствуя её аэрации и увеличивая доступность питательных веществ для деревьев и других растений. Таким образом, деревья становятся не просто частью ландшафта, но и важным элементом, поддерживающим гармонию и баланс в природе.

Деревья играют незаменимую роль в очищении воздуха. Они не только поглощают углекислый газ, но и фильтруют различные загрязнители, оседающие на их листьях. Это способствует улучшению качества воздуха, которым дышат горожане. Таким образом, деревья становятся не просто элементом ландшафта, а настоящими стражами здоровья городской экосистемы.

Хорошо развитые деревья обеспечивают тень, снижая температуру окружающей среды в городских районах. Это может помочь уменьшить эффект городского теплового острова, обеспечивая еще одну важную экосистемную услугу. В городах, где бетонные джунгли и асфальтовые дороги доминируют над природой, хорошо развитые деревья становятся настоящими оазисами. Их пышная крона создает прохладную тень, которая значительно снижает температуру окружающей среды. Это особенно важно в условиях городского теплового острова, когда жаркие дни становятся настоящим испытанием для жителей. Тень деревьев не только дарит облегчение от зноя, но и служит важной экосистемной услугой, помогая создать более комфортную атмосферу для жизни.

Таким образом, качество деревьев (здоровье, густота листвы, доступность питательных веществ) напрямую связано с объемом и эффективностью предоставляемых ими экосистемных услуг. Для максимального использования этих услуг важно поддерживать зеленые насаждения в хорошем состоянии путем надлежащего ухода за деревьями и бережного отношения к окружающей среде. Это включает в себя такие методы, как адекватный полив, внесение удобрений, борьба с болезнями и вредителями, а также устойчивое городское планирование, учитывающее экологические потребности деревьев.

Таким образом, сохранение и восстановление экологического состояния экосистем является критически важным для обеспечения устойчивого производства экосистемных услуг. Эффективное управление природными ресурсами, охрана окружающей среды и внедрение устойчивых практик могут помочь сохранить это состояние и, как следствие, обеспечить благополучие человечества.

2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Характеристика объекта исследования

2.1.1 История формирования ансамбля парка

Согласно Федеральному закону "Об особо охраняемых природных территориях" от 14.03.1995 №33-ФЗ, «особо охраняемыми природными территориями являются те участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, объекты растительного и животного мира, естественные экологические системы, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны».

Парк Александрия, расположенный в Петергофе (59°53'03" с.ш., 29°54'31" в.д.), является особо охраняемой природной территорией и объектом культурного наследия федерального значения [Приказ Минкультуры..., 2017]. Он входит в состав памятника ЮНЕСКО №540-003 «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним комплексы»[UNESCO World...,1990].

В современном виде Парк был основан в 1826 году по указу императора Николая I[Гущин, 2012]. Общая площадь территории составляет 115 гектаров[Кадастровый отчет...,2025].

Согласно данным музея-заповедника «Петергоф», среднегодовая посещаемость парка составляет 1,4-1,6 млн человек[Годовой отчет...,2022]. Биологические исследования выявили на территории 32 вида древесных растений[Красная книга...,2000]; 128 видов травянистой флоры (из них 57 редких)[Ботанические исследования..., 2018] а также 86 видов птиц (среди которых 12 относятся к охраняемым видам)[Орнитологический журнал...,2021].

Изначально земли восточнее Большого дворца в Петергофе были подарены Петром I Александру Меншикову. Сподвижник российского императора начал строительство своей загородной резиденции Монкураж — «Моя отвага», но вскоре попал в опалу и дворец так и остался незавершённым. В таком виде замок с окрестными землями в 1727 г. перешёл к князьям Долгоруким. Однако у новых владельцев не

возникло никакого желания обустраивать территорию, и долгое время она оставалась бесхозной.

Первой венценосной собственницей Александрии стала Анна Иоанновна, устроившая в 1733 г. на территории парка охотничьи угодья. Для царских забав в Петергоф тогда были завезены буйволы, олени, кабаны, тигры, зайцы. Животных содержали в вольерах на верхних террасах. Для стрельбы по живым мишеням, выпускаемым из загона, рядом с Финским заливом построили специальный павильон Темпель.

К концу XVIII в. предпочтения императорской семьи всё больше склонялись к отдыху в Царском селе, охотничьи угодья с постройками сначала пришли в упадок, а затем были разобраны. Новое развитие парк получил, когда его хозяйкой стала супруга Николая I Александра Фёдоровна. Именно в честь неё дворцово-парковый ансамбль и получил своё название — «Александрия». С 1826 г. по проекту русского зодчего шотландского происхождения Адама Менеласа в угодьях началось строительство первого дворца (рис. 3).



Рисунок 3 – Современный вид дворца в парке Александрия

В это же время начал формироваться императорский сад, красоту которого создавал и поддерживал на протяжении 20 лет Пётр Иванович Эрлер. Могила этого

выдающегося ландшафтного дизайнера XIX в. расположена на территории парка неподалёку от Готической капеллы (рис. 4).

До 1917 г. дворцовый комплекс успел значительно расшириться: каждая императорская семья создавала здесь свой загородный дом в соответствии с новыми архитектурными веяниями. С приходом советской власти все царские имения стали государственной собственностью. С 1920-х гг. до Великой Отечественной войны в парке Александрия располагались дома отдыха и детские летние лагеря.

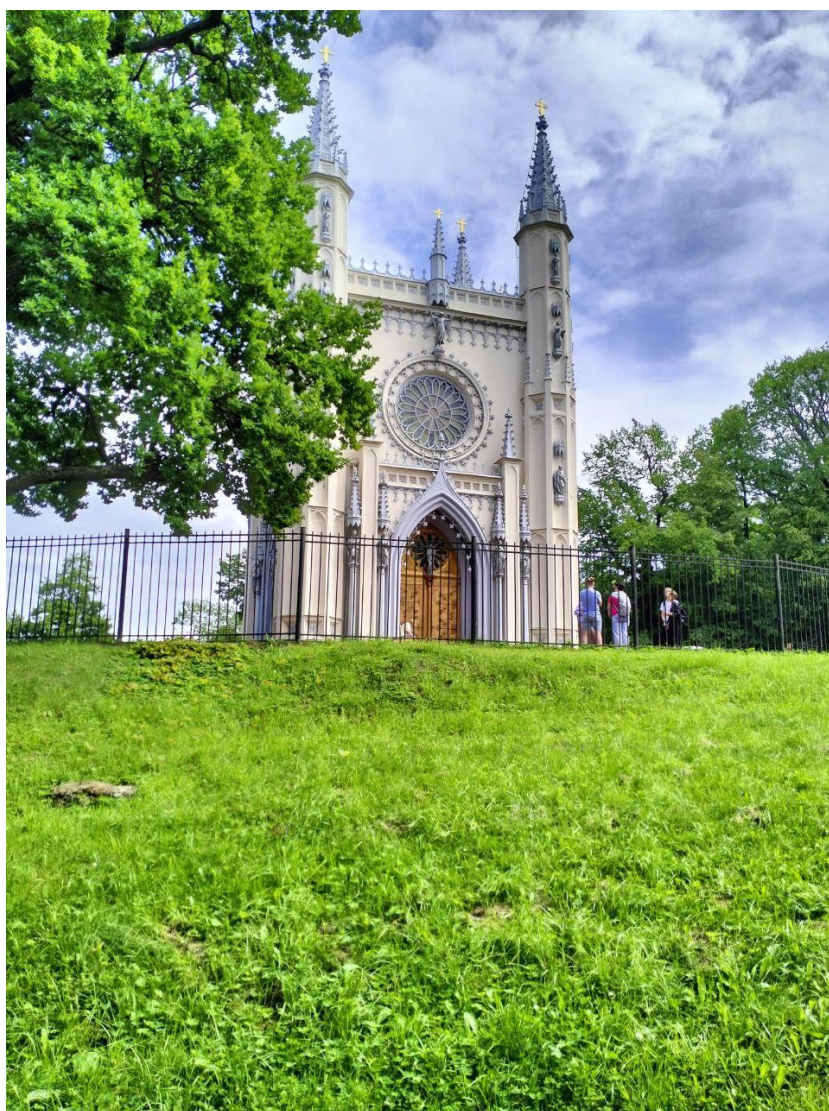


Рисунок 4 – современный вид Готической капеллы

В послевоенные годы постройки длительное время — до 1978 г. — восстанавливались от повреждений и разорения времён гитлеровской оккупации, по крупицам воссоздавались утерянные элементы интерьеров, декора зданий. В это время

парк Александрия вошёл в музейный комплекс Петергофа и наравне с другими его частями был взят под охрану государства как исторический, культурный, ландшафтный и архитектурный памятник России. Последняя значительная реконструкция проводилась в начале XXI в., благодаря чему объекты предстают перед посетителями во всём своём великолепии.

2.1.2 Географическое положение района исследования

Дворцово-парковый ансамбль "Александрия" – резиденция русских императоров XIX – начала XX веков. Расположена восточнее Нижнего парка, отделена от него каменной стеной, которую прорезают Звериные, Никольские и Морские ворота, а с другой стороны, граничит с усадьбой Знаменка. Южная граница проходит вдоль шоссе Петербург – Ораниенбаум (Ломоносов), а северная по – берегу Финского залива (рис. 5).

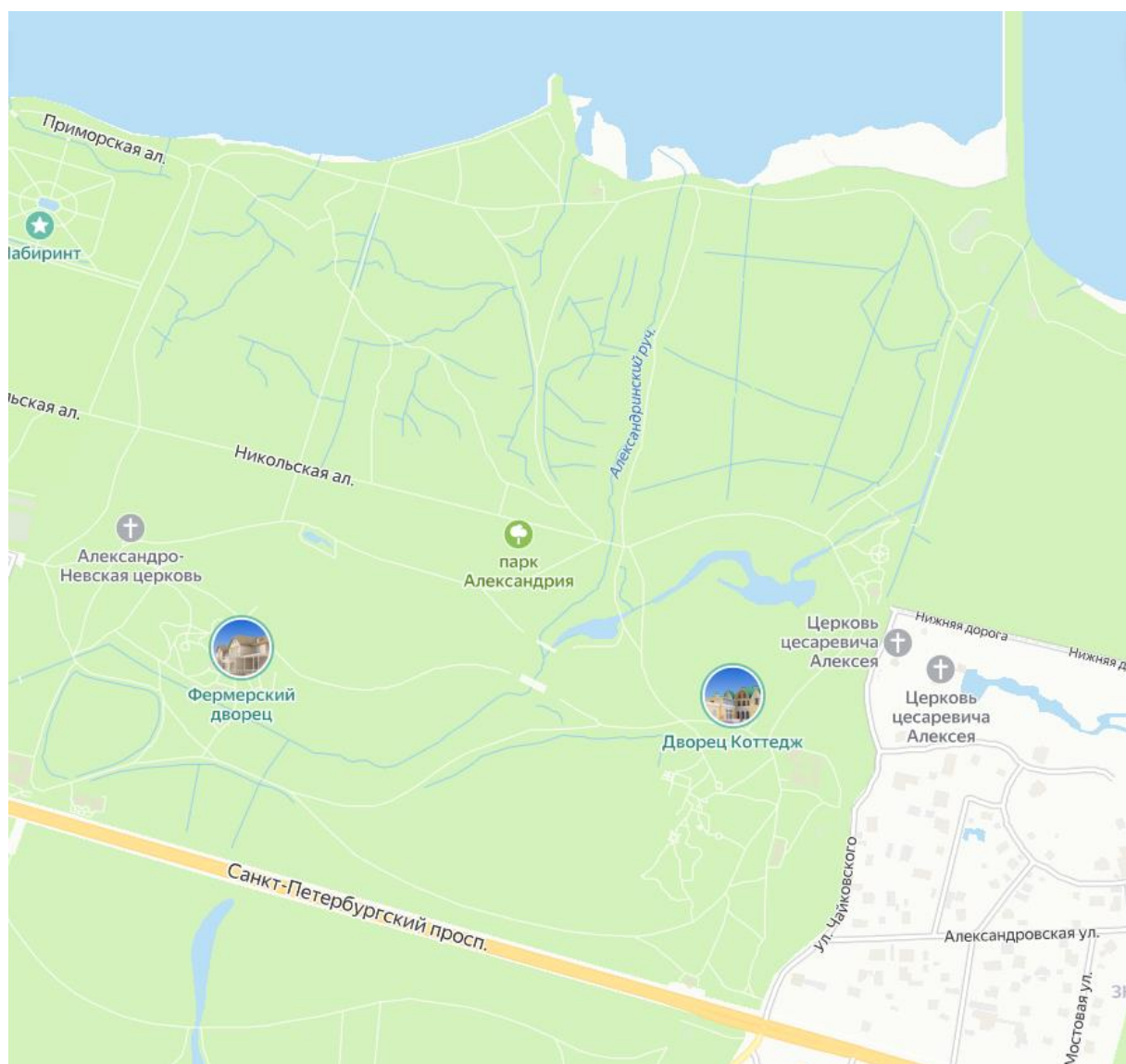


Рисунок 5 – Схема парка (на основе яндекс-карт)



Рисунок 6 – Схема парка

Площадь парка составляет 115 га. Планировка основывается на использовании двух террас: нижняя – прибрежная и верхняя. Основную роль играют семь дорог: четыре продольных с запада на восток (от здания Фермы вдоль шоссе на Петербург, от Звериных ворот, от Никольских ворот и от каменной стены на берегу залива), три дороги пересекают парк от южной границы до берега Финского залива.

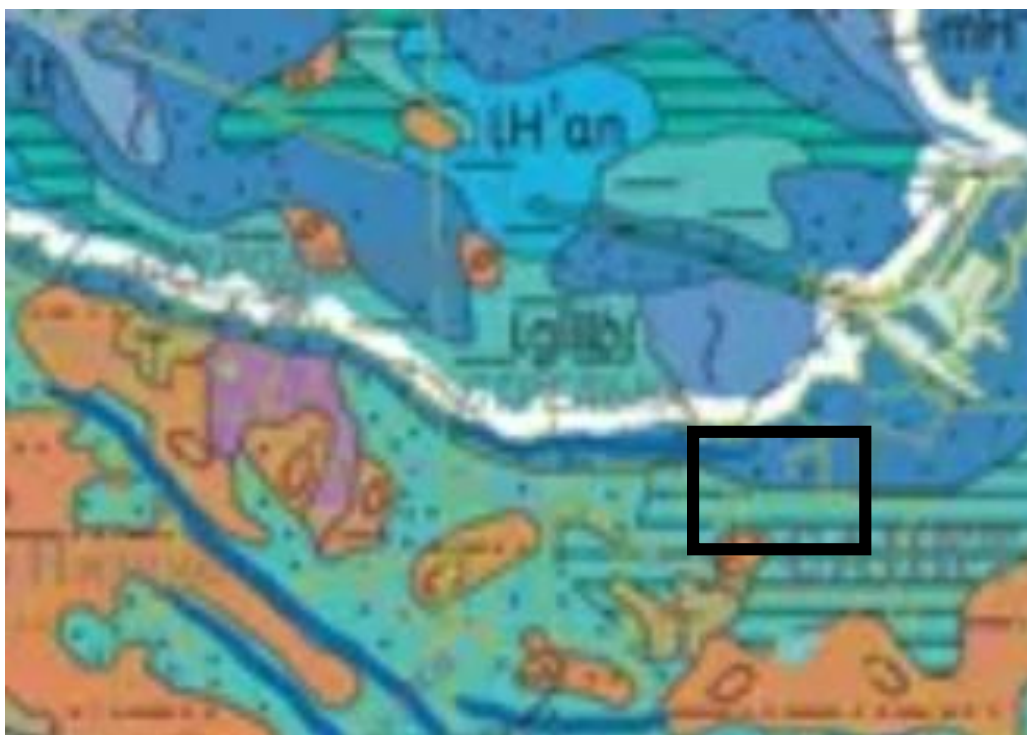
В парке растут дубы, липы, клены, тополя. В рельефе чередуются возвышенные доминанты, горки и низкие участки, небольшие рощицы и лужайки, пруды и речки с мини водопадами, руины и мосты, извилистые и прямые аллеи и дороги, обсаженные дубами. Берег обустроен сторожевыми зданиями в ложно готическом стиле. Берега укреплены валунами. В конце XIX века, при сооружении Нижнего дворца, был проведен морской канал, заверченный квадратной бухтой у подножия дворца. Характерная особенность – наличие главной аллеи – Никольская аллея, она продолжение Березовой аллеи Нижнего парка. Аллея пересекает парк с запада на восток вплоть до речки Дунайки. Около речки, перед мостом, образует площадку, на которой разветвляется на несколько извилистых дорожек, ведущих в разные части Александрии. Аллея делит парк на две части – прибрежную и террасную. Дорожки пересекают рельеф местности с таким расчетом, что позволяют рассмотреть пейзаж Александрии с любых точек. Руинный мост соединял Коттедж и Фермерский дворец. У Коттеджа нах. система Большого пруда, по берегу которого проходит аллея, обсаженная куст., повторяющая изгибы берега

пруда. Она отделяет пруд от партерного луга, назначение которой – сделать видимой панораму Финского залива со стороны Коттеджа и сделать Коттедж видимым со всех точек парка. Учитывая, что основной упор при планировке парка, делался на рельеф местности, водоемы парка имеют подчиненное значение, в отличие от Нижнего парка. Морской пейзаж является одной из составляющих частей композиции.

2.1.3 Геологическая и ландшафтная характеристика

В геоморфологическом отношении участок расположен в пределах озерно-ледниковой равнины. В 120–200 м от верхней бровки абразионного уступа между верхней и нижней террасами, которые сформировались в четвертичный период при отсутствии Литоринового моря (рис. 7).

Геологическое строение территории характеризуется распространением озерно-ледниковых отложений, которые представлены с поверхности тяжелыми плотными суглинками с тонкими прослоями песка и супесей. Мощность покровных отложений на участке составляет 3–5 м. Они подстилаются кембрийскими отложениями, которые распространены повсеместно и представлены на объекте кембрийскими глинами мощностью более 30 м. На объекте местами наблюдаются переработанные покровные и насыпные грунты – результат строительных, мелиоративных и планировочных работ, которые проводились в разные годы, но в целом не изменили характера покровных суглинистых отложений на верхней террасе, где повсеместно развиты дерново-подзолистые и дерновые почвы.



lH	Лимний. Пески, глины Lacustrine deposits. Sands, clays
lH ³	Техноген. Перемещенные грунты, отвалы, свалки Technogenic deposits. Dump and fill-up ground
ml ³ lm	Лимниевая пачка. Мариний. Пески, илы Limnea member. Marine deposits. Sands, mud
ml ²⁺³ lt-lm	Литориновая и лимниевая пачки, нерасчлененные. Мариний. Илы, пески. Poorly defined Littorina and limnea members. Marine deposits. Mud, sands
ml ² lt	Литориновая пачка. Мариний. Пески, глинистые пески Littorina member. Marine deposits. Sands, clayey sands
lH ¹ an	Озерный лимний Анцилового озера. Глины с гидротроилитом, пески. Ancylus Lake deposits. Hydrotroillite clays, sands
lgllbl	Гляциолимний Балтийского ледникового озера. Глины, пески, пески с гравием, ленточные глины. Baltic Ice Lake deposits. Clays, sands, sands with gravel, varved clays
lglllos	Гляциолимний. Ленточные глины, пески, глинистые пески Limno-glacial deposits. Varved clays, sands, clayey sands
fglllos	Флювиогляциал. Пески, пески с гравием и галькой Fluvio-glacial deposits. Sands, sands with gravel and pebbles
glllos	Ледниковые отложения — морена. Валунные супеси и суг- линки. Glacial deposits — moraine. Boulder sandy loams and loams
	Валдайский надгоризонт Valday suprahorizon Осташковский горизонт Ostashkovsky horizon
	Дочетвертичные образования Pre-Quaternary formations

Рисунок 7 – геологическое строение района расположения парка

Формирование почв тесно связано с природными особенностями, своеобразие которых наложило отпечаток и на почвенный покров. Согласно почвенно-географическому районированию России, парк «Александрия» относится к Западно-Европейской провинции, к Балтийско-Ладожскому округу подзолов, подзолистых и болотных почв. К наиболее важным процессам, определяющим развитие основных

типов почв на территории парка, следует отнести подзолообразование, дерновый процесс (гумусонакопление), альфегумусовый процесс, глееобразование и торфонакопление (рис. 8).

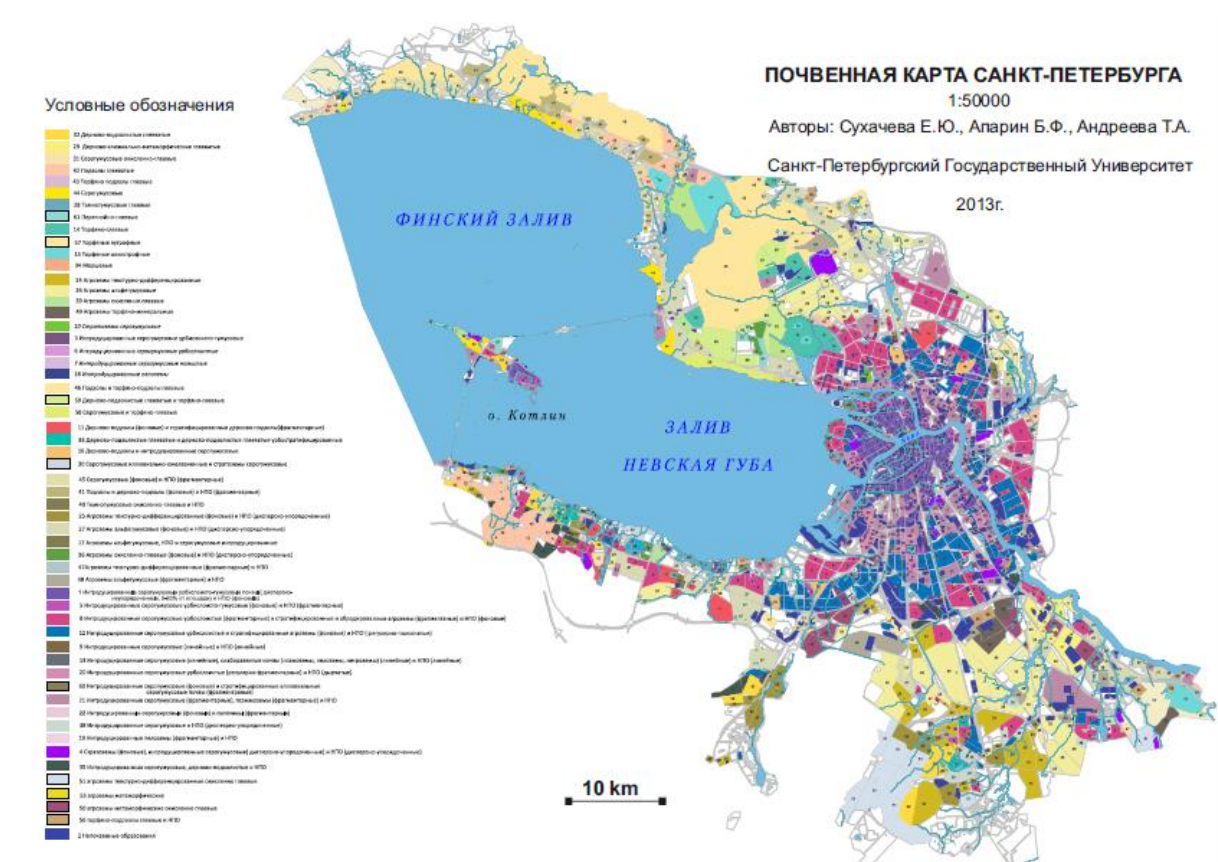


Рисунок 8 – Карта почв г. Санкт-Петербург

Комбинация почвенных процессов разной силы и направленности за короткий исторический срок привела к формированию различ-ных типов почв, встреченных на территории парка. В зависимости от соотношения факторов и условий почвообразования, основные почвенные процессы встречаются в «чистом виде» или, сочетаясь между собой, образуют многообразные типы, подтипы и разновидности почв.

Преобладающие почвы на участке дерново-подзолистые и дерновые глееватые, в пониженных метях глеевые. Они развиты на тяжелых, реже средних суглинках. Их оглеение наблюдается с глубины 0,-0,4 м. Мощность гумусового горизонта (A1) составляет 15–30 см, содержание гумуса колеблется от 3 до 6%. Сезонное (местами) длительное переувлажнение почвы вызвано застаиванием атмосферных осадков на поверхности и в гумусовом слое, что требует при осушении территории ускорения поверхностного сток и водоотведения гравитационных вод из верхних горизонтов почвы.

2.2 Методы исследования экологического состояния древостоя

2.2.1 Идентификация экосистемных услуг

В ряде литературы выделяют несколько этапов идентификации экосистемных услуг (Проект ТЕЕВ-Russia. [Экосистемные услуги... 2016]).

В настоящее время существует 3 вида оценки экосистемных услуг: экологическая, социокультурная и экономическая [Potschin, 2018]. В случае первого вида оценки специалисты в основном сосредотачиваются на оценке компонентов, функций и структуры экосистемы с точки зрения выполнения экосистемы своих функций в полной мере, сравнивая их с альтернативными, не измененными под влиянием человеческой деятельности экосистемами [Тихонова, 2018]. Экологический вид оценки чаще используют для оценки регулирующих и поддерживающих услуг в случае невозможности их оценить в денежном выражении. Социокультурный вид оценки используют для оценки культурных экосистемных услуг, так как он направлен на нематериальные выгоды, которые люди получают при взаимодействии с экосистемами посредством духовного обогащения, когнитивного развития, размышлений, отдыха или эстетического опыта [Xin Cheng, 2019]. Экономический вид оценки является самым распространенным, так как в этом случае результаты оценки ЭУ выражаются в деньгах, что делает инструмент с применением концепции ЭУ более удобным для принятия управленческих решений. Основной мотивацией денежной оценки экосистемных услуг является повышение осведомленности о социальной важности природы или возможность включения воздействия в анализ «скрытых затрат и выгод» (Barbier, 2009).

Исходя из вышесказанного, в публикациях наибольшее распространение получили следующие методы оценки ЭУ [Тихонова, 2018]:

1. Экономический
2. Моделирование и картографирование
3. Метод, предполагающий создание сценариев развития ЭУ.

Первый, экономический, метод связан с привлечением различных инструментов оценки. Рыночные инструменты включают в себя использование в расчётах рыночных цен, нерыночные - использование в расчетах стоимости ущерба, мероприятий по восстановлению, затрат на профилактические мероприятия, транспортно-путевых затрат). Для проведения экономической оценки обычно используют данные государственной статистики, анализа рынков. В качестве примера в таблице 1 показано,

какой инструмент может быть использован для оценки той или иной экосистемной услуги:

Таблица 1. Экономические методы оценки ЭУ по [Тихонова, 2018]:

Экосистемная услуга	Часто применяемый метод оценки
Рекреационные услуги	Метод транспортно-путевых затрат
Регулирование климата	Оценка запасов углерода
Предупреждение эрозии	Оценка стоимости восстановительных мероприятий
Регулирование стихийных бедствий (наводнение, оползни)	Оценка ущерба от стихийных бедствий, которого удалось избежать
Эстетические услуги	Готовность платить за посещение объекта
Обеспечение зерновыми культурами	Рыночная цена зерновых культур за вычетом затрат производства
Лесные материалы и побочные продукты леса	Оценка стоимости добытого леса и добытых продуктов (грибы, ягоды)

Метод картографирования и моделирования также набирает свою популярность, как способ оценки ЭУ. Ярким примером этому является проект TEEB-Russia «Услуги наземных экосистем», который направлен на формирование в России систем учёта ЭУ и возможности применения их ценности в важных вопросах экономики и политики. В проекте используется экологический и социокультурный виды оценки ЭУ и в результате оценки были построены картографические изображения по обеспеченности субъектов той или иной ЭУ. В качестве данных в этом методе оценки также могут использоваться данные государственной статистики, а также данные дистанционного зондирования, полевых наблюдений и т.д.

Перспективным методом оценки ЭУ считается метод создания сценариев развития территории, целью создания которых является сравнительная оценка результатов, представляющая из себя балансы предоставления ЭУ в будущем при различных, альтернативных вариантах развития территории [Carpenter et al, 2006].

В ходе исследования мы руководствовались методикой идентификации экосистемных услуг [Экосистемные услуги..., 2016].

На первом этапе выделяли экологические структуры и связанные с ними процессы, входящие в исследуемую экосистему, их экосистемные функции. Выявили экосистемы парка, включающие древесные насаждения, газоны, водные объекты...

Этап 1: Сбор исходной количественной информации

На начальном этапе мы провели аккумуляцию максимально возможного объема данных, характеризующих исследуемую экосистему. Для получения наиболее полной и объективной картины о состоянии экосистемы парка "Александрия" и ее потенциале для предоставления различных услуг были выполнены следующие действия:

а. скрупулезная работа с разнообразными источниками:

Документация: изучили официальные документы, отчеты, кадастры и другие материалы, содержащие информацию о территории, ее ресурсах и их использовании:

- Приказ Минкультуры РФ № 1083 от 24.07.2017 "Об утверждении границ территории ОКН федерального значения"

- UNESCO World Heritage Centre (1990) Decision 14COM IX.1-6
- Гущин В.А. (2012) "История Петергофа". СПб: Дмитрий Буланин. С. 178-185
- Кадастровый отчет ООПТ №78:002:0003 (ГКУ "Дирекция ООПТ СПб")
- Архив ГМЗ "Петергоф". Ф. 12. Оп. 3. Д. 45. Л. 12-18
- Шуйский В.К. (2006) "А.И. Штакеншнейдер". Лениздат. С. 67-72
- Bundesarchiv Berlin. R 32/475 (проектная документация)
- Годовой отчет ГМЗ "Петергоф" за 2022 год. С. 34
- Красная книга природы Ленинградской области. Т. 2. 2000. С. 45-48
- Ботанические исследования СПбГУ (2018). Отчет № РНФ-18-14-00321
- Орнитологический журнал. 2021. Т. 50. №2. С. 145-152
- - Федеральный закон от 25.06.2002 №73-ФЗ
- - Постановление Правительства РФ от 19.02.2015 №138
- - Устав ГМЗ "Петергоф" (утв. Минкультуры 12.01.2018)
- Слепых В. В. Фитонцидная активность сосны и ионизация воздуха // Лесн. хоз-во. 2008. № 6. С. 20–21.

- РАСПОРЯЖЕНИЕ от 4 июля 2019 года N 366-р Об утверждении границ и режима использования территории объекта культурного наследия федерального значения "Парк Александрия", распоряжение Комитета по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры Санкт-

Петербурга от 1 февраля 2022 года №71-рп «Об утверждении предмета охраны объекта культурного наследия федерального значения „Александрийский парк“».

- Работа С. А. Семёнова, И. А. Гарбуза и И. И. Еремеева. «Исследования территории дворцового комплекса „Нижняя дача“ в парке Александрия ГМЗ „Петергоф“ в 2012–2013 гг.». В статье представлены результаты археологических работ, которые включали обследование архитектурных сооружений и исторического ландшафта парка.

- Статья А. В. Михайлова. «Определение предметов охраны для объектов археологии на примере „Нижней дачи“ в парке „Александрия“». В работе даётся история строительства объекта культурного наследия, а также предлагаются предметы его охраны.

- Статья М. П. Ужгеренас. «Последняя летняя резиденция императора Николая II: роль инженерной инфраструктуры в формировании комплекса „Нижняя дача“ в парке „Александрия“ в Петергофе». В статье рассматривается вопрос о сохранении объекта культурного наследия, анализируется роль инженерной инфраструктуры в его формировании.

- Прочие источники: Рассматриваются любые другие источники информации, такие как статистические данные, картографические материалы, результаты мониторинга окружающей среды и т.п.

В частности, рассмотрены издания:

- БАТРАКОВА Дарья Борисовна, "Политическая экология услуг" экосистемы"Ксавье Арнольд де Сартр, Моника Кастро,Симон Дюфур и Джон Освальд, Международные научные издания Брюссель, 2014

- "КУЛЬТУРНЫЕ ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН: ЧТО МОГУТ РАССКАЗАТЬ КОММЕНТАРИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ," А.Е. Ненько, Е.В. Недосека, А.А. Смирнова DOI: 10.15593/2409-5125/2023.03.01;

- "ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ЕСОСТЕПНЫХ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ И БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ," А. А. Воронин, к. с.-х. н., доцент, Директор ботанического сада Воронежского государственного университета, voronin@bio.vsu.ru, УДК 502.4: 574.4

Для получения наиболее полной и объективной картины о состоянии экосистемы парка “Александрия” и ее потенциале для предоставления различных услуг были выполнены следующие действия:

Мы искали документы ЕС об экоуслугах, чтобы проверить, действуют ли они в настоящее время или существуют более поздние. В частности:

- В 1995 г. на Софийской Конференции Министров окружающей среды Европейских государств под эгидой Совета Европы и Европейской Экономической Комиссии ООН (ЕЭКООН) были утверждены документы по платежам за экоуслуги водных экосистем.
- программа ООН «Millennium Ecosystem Assessment, MEA.».
- 10-е совещание Конвенции по биоразнообразию (Нагоя)
- Саммит Рио+10 (Йоханнесбург, 2002 г.),
- Конференция ООН по устойчивому развитию РИО+20 (Рио-де-Жанейро, 2012 , - концепция «Зеленой экономики».
- Концепция ЕС для предотвращения утраты биоразнообразия и деградации экосистемных услуг к 2020 году и их восстановления

Этап 2: Получение информации непосредственно на месте

Этот этап предполагает сбор данных “в поле”, непосредственно на территории исследуемой экосистемы. Основными методами получения информации являются:

Оценка специалистов: привлекаются эксперты в различных областях (экологи, биологи, экономисты, социологи и др.) для проведения экспертной оценки состояния экосистемы и ее потенциала для предоставления различных ЭУ.

Опрос пользователей: осуществляется сбор информации от местных жителей, посетителей территории, представителей бизнеса и других заинтересованных сторон. Целью является выявление их потребностей в экосистемных услугах и их оценки ценности этих услуг.

Посещение объекта: проводится визуальный осмотр территории, сбор полевых данных (например, измерение биоразнообразия, оценка состояния растительности, анализ качества воды и почвы).

Полученная на этом этапе информация позволяет уточнить и дополнить данные, собранные на первом этапе, а также получить представление о реальной ситуации на месте и потребностях заинтересованных сторон.

В рамках второго этапа исследований были проведены полевые работы по сбору данных о состоянии растительности в парке "Александрия". Методология сбора данных включала следующие этапы:

Ознакомление с протоколом исследования: перед началом полевых работ был проведен обзор протокола исследования, в котором были определены цели, задачи и методы сбора данных.

Стратификация территории: Территория парка была разделена на четыре пространственно изолированные зоны, выделенные на основе типа растительности и рекреационной нагрузки.

Определение видового состава древостоя: В каждой выделенной зоне видовой состав древостоя определялся с помощью визуальной идентификации.

Оценка фитопатологического состояния деревьев: В каждой зоне была проведена оценка фитопатологического состояния деревьев с определением количества особей с признаками патологий развития (например, искривление ствола, некроз) и механических повреждений (например, сломанные ветви, повреждение коры).

Статистическая обработка данных: Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с целью усреднения показателей состояния древостоя для каждой зоны.

Мониторинг исследовательской деятельности третьих лиц: во время полевых работ на территории испытательного полигона наблюдались действия людей, которые фотографировали и определяли местоположения, предположительно связанные с оценкой экосистемных услуг, предоставляемых парком.

Этап 3: Обработка информации и идентификация ЭУ

На заключительном этапе происходит обработка всей собранной информации и ее использование для идентификации ЭУ и их оценки:

Выбор информации для идентификации ЭУ: из всего объема собранной информации отбираются данные, наиболее релевантные для идентификации конкретных ЭУ.

Выбор методики оценки ЭУ: определяется наиболее подходящая методика оценки каждой идентифицированной ЭУ. Существует множество различных методик, основанных на разных подходах (экономических, экологических, социальных). Выбор конкретной методики зависит от целей оценки, доступности данных и специфики ЭУ.

Проведение оценки ЭУ: проводится количественная или качественная оценка каждой идентифицированной ЭУ с использованием выбранной методики. Результаты оценки позволяют определить ценность, которую экосистема предоставляет обществу, и использовать эту информацию для принятия решений в области управления природными ресурсами.

Таким образом, процесс идентификации и оценки экосистемных услуг представляет собой комплексный и итеративный процесс, требующий использования разнообразных методов и подходов. Результаты оценки ЭУ могут быть использованы для принятия обоснованных решений в области управления природными ресурсами и обеспечения устойчивого развития.

Идентификация и оценка ЭУ парка была проведена по следующей схеме (рис. 9).

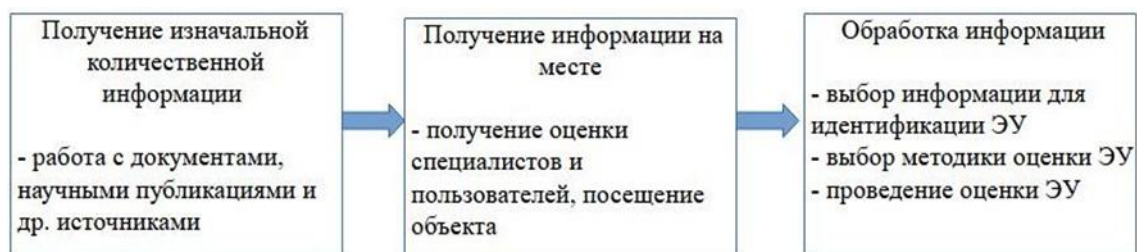


Рис 9. Процесс получения и обработки информации в ходе проведения идентификации и оценки ЭУ парка

2.2.2 Оценка стоимости посещения парка

Для оценки стоимости экосистемных услуг, предоставляемых парком, используется комплексный подход, учитывающий особенности посещаемости и тарифной политики. В первую очередь все посетители разделяются на несколько категорий, включая льготные группы (например, пенсионеры, студенты), иностранных гостей, а также тех, кто посещает парк в вечернее время. Для каждой из этих категорий устанавливается своя стоимость входа, при этом важно отметить, что вечерние посетители могут пользоваться территорией парка бесплатно.

Доля каждой категории в общем потоке посетителей рассчитывается в процентах, и сумма этих долей всегда составляет 100%. Это распределение основывается на анализе фактических данных о посещаемости, а также на экспертных оценках, учитывающих сезонные колебания и другие факторы.

Для более точного прогнозирования нагрузки на экосистему парка используются три ключевых показателя по каждой категории посетителей: минимальное, среднее и максимальное количество человек. Эти значения выводятся на основе исторической статистики, наблюдений за туристическим потоком и профессиональных оценок специалистов, занимающихся мониторингом парковой зоны.

Особое внимание уделяется вечернему времени, когда посещение становится бесплатным. Этот фактор обязательно учитывается в общей экономической модели,

поскольку он влияет как на общую посещаемость, так и на потенциальные доходы, которые могут быть направлены на поддержание и развитие экосистемных услуг парка.

Такой подход позволяет не только оценить текущую стоимость экосистемных услуг, но и прогнозировать их экономическую значимость с учетом изменяющейся посещаемости и социальных факторов.

Для каждой категории определены минимальное, среднее и максимальное значения количества посетителей. Эти значения, вероятно, основаны на исторических данных или экспертных оценках.

Расчет общей стоимости посещений: Для каждой категории и для каждого сценария (минимум, среднее, максимум) стоимость посещения умножается на соответствующее количество посетителей, для чего проводили суммирование стоимости посещений по всем категориям: Общая стоимость посещений парка (минимум, среднее, максимум) рассчитывается путем суммирования стоимости посещений по всем категориям для каждого сценария.

Чтобы оценить объем рекреационных экосистемных услуги, мы проанализировали стоимость входных билетов, распределив их по категориям в зависимости от типа посетителей и времени посещения парка. Вечером вход в парк бесплатный, а стоимость билетов варьируется в зависимости от гражданства и возраста (для детей и взрослых).

На основе экспертной оценки мы определили доли по типу билетов (процентное соотношение каждой категории билетов на основе общего количества проданных билетов за год) и, таким образом, оценить (минимальную, среднюю и максимальную) стоимость проданных билетов. Экспертная оценка строилась на основе данных по структуре туристического потока в г. Санкт-Петербург. Поскольку парк Александрия – одна из знаковых достопримечательностей города, мы предположили, что средний состав посетителей будет совпадать с таковым для города в целом. На основании этих данных за 2024 год мы определили средние значения. Максимальные и минимальные определяли как $\pm 30\%$ от среднего.

Мы также оценили стоимость проезда в парк. Это включало в себя различные виды транспорта, доступные для того, чтобы добраться до парка, включая автобус, электропоезд, автомобиль и «Метеор».

Мы рассмотрели расстояние в 43 километра между центром Санкт-Петербурга и парком, чтобы оценить стоимость топлива для тех, кто едет в парк на автомобиле, из расчета 8 литров топлива на 100 километров. Это приводит к ориентировочной

стоимости в 43,30 рубля для человека, путешествующего в парк на автомобиле (4 человека в машине), из расчета 55 рублей за литр топлива.

Стоимость проезда на автобусе, электричке и теплоходе составляет 51, 60 и 1400 рублей соответственно, это цены, установленные российскими властями и транспортными агентствами.

Таким образом, транспортные расходы рассчитываются пропорционально общему количеству посетителей (минимальному, среднему и максимальному).

2.3 Оценки состояния древостоя на территории парка «Александрия»

Для оценки состояния (жизнеспособности) деревьев применяется методология, основанная на визуальной диагностике ряда признаков. Деревья классифицируются по пяти категориям состояния, каждая из которых имеет четкие диагностические критерии:

1. Без признаков ослабления: Деревья этой категории демонстрируют оптимальное состояние. Листья или хвоя имеют насыщенный зеленый цвет и нормальный размер. Крона густая, характеризуется правильной формой и гармоничным развитием. Прирост текущего года соответствует видовым особенностям, возрасту, условиям произрастания и сезонному периоду. Повреждения вредителями или поражения болезнями отсутствуют, либо носят единичный характер. Допускается наличие незначительного количества мертвых или отмирающих ветвей в нижней части кроны. Крона обладает симметричной структурой. Отсутствуют механические повреждения, затрагивающие крупные (скелетные) ветви кроны и корневую систему.

2. Ослабленные: Деревья этой категории проявляют первые признаки ухудшения состояния. Листья или хвоя часто светлее обычного оттенка. Крона становится слабоажурной, а прирост ослабляется по сравнению с нормой. Доля сухих ветвей в кроне не превышает 25%. Могут наблюдаться локальные повреждения ствола, корневых лап или ветвей, а также отдельные водяные побеги. В верхней части кроны может присутствовать небольшое количество мертвых и усыхающих ветвей. В целом, крона сохраняет симметричную структуру, однако в структуре ветвей в верхней части кроны могут отмечаться нарушения, не затрагивающие крупные ростовые побеги, формирующие оси ветвей. Механические повреждения ограничиваются мелкими ветвями и/или корнями.

3. Сильно ослабленные: для деревьев данной категории характерны более выраженные признаки ослабления. Листья мельче или светлее обычной, хвоя приобретает светло-зеленый или сероватый матовый оттенок. Крона заметно изрежена, а доля сухих ветвей варьируется от 25% до 50%. Прирост уменьшается более чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто выявляются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои и листвы, включая локальные поселения стволовых вредителей. Мертвые и усыхающие ветви сконцентрированы преимущественно в верхней части кроны. Наблюдается асимметрия кроны. Структура ветвей в верхней части кроны нарушена. Механические повреждения затрагивают не более трети крупных (скелетных) ветвей и/или корней.

4. Усыхающие: Деревья этой категории находятся в критическом состоянии. Листья мельче, светлее или приобретает желтоватый оттенок. Хвоя становится серой, желтоватой или желто-зеленой, часто преждевременно опадает или усыхает. Крона сильно изрежена, а доля сухих ветвей превышает 50%. Прирост текущего года значительно уменьшен или полностью отсутствует. На стволе и ветвях часто наблюдаются признаки заселения стволовыми вредителями. Могут присутствовать плодовые тела грибов. В верхней части кроны отмечается значительное количество мертвых и усыхающих ветвей. Крона часто имеет асимметричную форму. Структура ветвей в верхней части кроны сильно нарушена (искажение размеров и пропорций, искривление, ослабленное или аномально усиленное ветвление).

5. Сухостой текущего года: Деревья этой категории представляют собой сухостой. Листья усохла, увяла или преждевременно опала. Хвоя приобрела серый, желтый или бурый цвет. Крона усохла, однако мелкие веточки и кора сохранились. На стволе, ветвях и корневых лапах часто выявляются признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия.

В 2023 году была проведена оценка состояния древостоя на территории парка "Александрия", результаты которой представлены для четырех пробных площадок. Общее количество обследованных деревьев составило 87, относящихся к 22 различным видам.

На основе аэрофотосъемки приведено краткое описание четырех выделенных зон парка "Александрия".

Площадка 1:

Площадка 1 расположена в южной части парка, вдоль Никольской аллеи. Ее площадь составляет 10 Га. Поблизости находится дворец Коттедж, который привлекает

большое количество туристов. По площадке проходят три тропинки. На площадке произрастают преимущественно липы (40 шт), но встречается также ясень (1 дерево) и береза (2 дерева). Поверхность земли покрыта ровным газоном (рисунок 10).

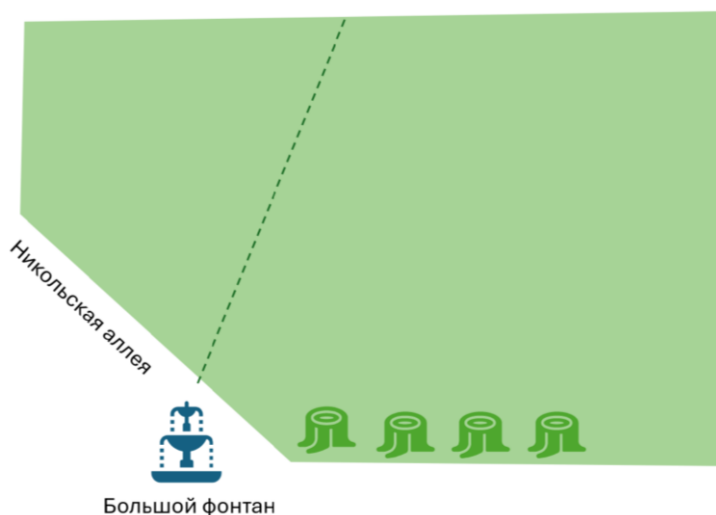


Рисунок 10 - Схема расположения площадки 1

Эта территория представляет собой смесь открытых лугов и прибрежной растительности, граничащая с Финским заливом (Невская губа). Ее площадь составляет 12 гектаров. Он расположен рядом с тропой и чем-то, что может быть небольшим зданием в парке. Всего найдено 16 особей деревьев и 3 вида древесных пород.

Площадка 2: Эта территория, в основном покрытая древесной растительностью, расположена ближе к центру парка. Ее полог густой и усеян дорожками. Площадь территории составляет 35 гектаров. Здесь произрастает 25 деревьев и 6 видов древесных пород (рисунок 11).

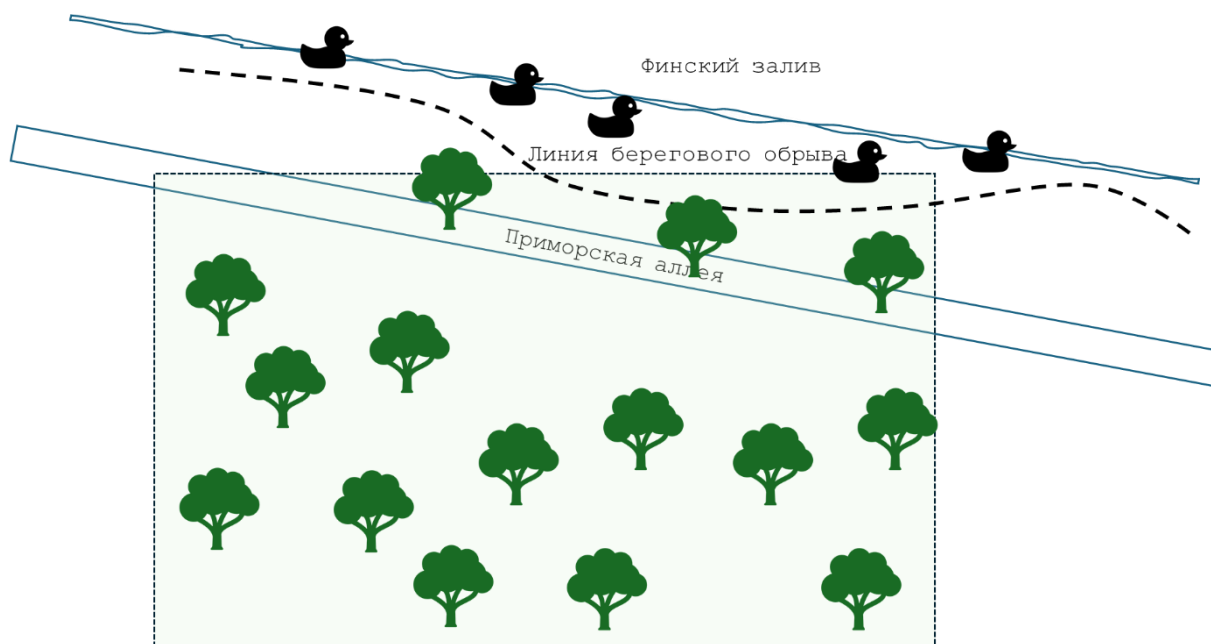


Рисунок 11 - Схема расположения площадки 2

Площадка 3: Это покрытая лесом прибрежная зона или лесополоса вдоль Финского залива. Она расположена недалеко от Лабиринта. Она занимает площадь в 6 гектаров. На ней расположены 18 лесных массивов и 3 лесопосадки.

Финский залив

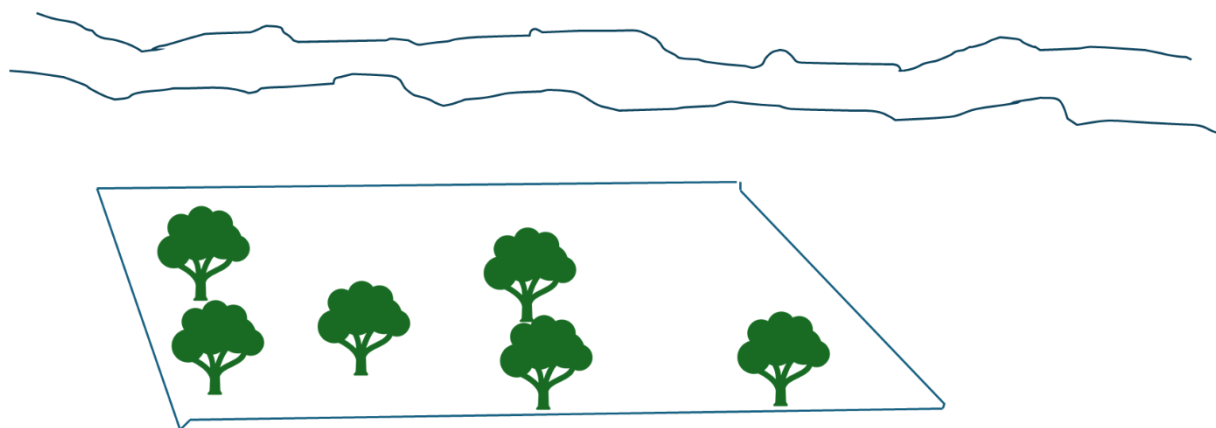


Рисунок 12 - Схема расположения площадки 3

Площадка 4: Это еще одна открытая площадка или поляна в более лесистой части парка, расположенная рядом с такими зданиями, как церковь Александры и Фермерская деревня. Это пространство используется в рекреационных целях. Его площадь составляет 20 гектаров. Земля покрыта ровным газоном, на котором произрастает 28 видов деревьев и 8 разновидностей лиан.

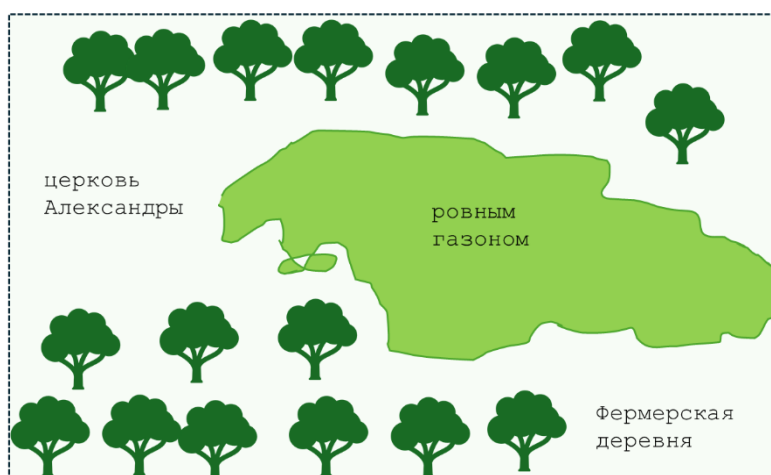


Рисунок 13 - Схема расположения площадки 4

3 ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ПАРКА АЛЕКСАНДРИЯ

3.1 Оценка экологического состояния парка "Александрия"

Экологическое состояние парка “Александрия” является сложной картиной, где величие природы переплетается с вызовами современности. Подобно полотну, сотканному из разных нитей, парк демонстрирует участки благоденствия, где древостой полон сил и здоровья, соседствующие с зонами, где деревья истощены и уязвимы. Эта неравномерность, словно эхо, отражает многообразие факторов, воздействующих на жизнь парка, как природных, так и антропогенных.

Среди этих факторов выделяются, словно невидимые нити, протянутые от человека к природе, рекреационная нагрузка, способная истощить силы земли, повредить корни и нанести раны стволам. Тяжелые почвы, словно оковы, сковывают корни, мешая им дышать и питаться, а невидимые враги, болезни и вредители, словно тени, подкрадываются к ослабленным деревьям, лишая их жизненной силы.

Чтобы вернуть парку былое величие, необходимо, словно опытному лекарю, тщательно исследовать каждый участок, выявить причины недугов и подобрать целебные средства. Необходимо бережно оптимизировать поток посетителей, словно направляя реку в нужное русло, чтобы избежать размывания берегов. Следует с любовью возродить почву, рыхля ее и удобряя, даря корням простор и питание. И, конечно же, необходимо защитить деревья от невидимых врагов, словно воинам, оберегающим свой народ.

Эффективное сохранение и восстановление парка "Александрия" требуют скоординированных действий всех заинтересованных сторон. Только системный подход, сочетающий научные исследования, природоохранные мероприятия и разумное рекреационное использование, позволит обеспечить устойчивое развитие этой уникальной территории. Особое значение имеет осознанное отношение посетителей к экосистемным услугам парка, включающим регуляцию микроклимата, поддержание биоразнообразия, рекреационные и эстетические функции, а также сохранение историко-культурного ландшафта.

У 39 растений из числа обследованных были обнаружены патологии развития и/или механические повреждения. Средний балл состояния древостоя по всем площадкам варьируется от 1 до 3, что соответствует категориям от “без признаков ослабления” до “сильно ослабленные”.



Рисунок 14 - Карта площадок

Площадка №1: Наименее благоприятная ситуация. Из 16 обследованных деревьев, 14 имеют патологии или повреждения. Средний балл состояния - 3, что соответствует категории “сильно ослабленные”. Наблюдаемое ухудшение состояния деревьев на указанной площадке, требует комплексного рассмотрения.

Основным фактором, влияющим на здоровье деревьев, является чрезмерная рекреационная нагрузка, обусловленная расположением площадки в непосредственной близости от дворца Коттедж - одного из наиболее посещаемых объектов парка. Постоянный поток посетителей приводит к сильному уплотнению почвы, особенно вдоль трех проходящих тропинок. Уплотненный грунт теряет способность к нормальному воздухо- и водообмену, что негативно сказывается на корневой системе деревьев. Особенно страдают липы, составляющие основу древостоя (40 экземпляров), так как этот вид особенно чувствителен к изменению почвенных условий.

Возрастной состав насаждений также играет значительную роль. Большинство деревьев относятся к старовозрастным посадкам, что делает их более уязвимыми к различным стрессовым факторам.

Особого внимания заслуживает состояние почвенного покрова. Исторически сложившиеся насыпные грунты в парках часто со временем теряют свою

первоначальную структуру. Отсутствие естественной лесной подстилки из-за постоянной уборки опада и регулярного кошения газона приводит к обеднению почвы органическим веществом и нарушению микробиологического баланса. Это особенно критично для такой компактной территории, где антропогенное воздействие концентрируется на ограниченном пространстве.

Климатические изменения последних лет также вносят свой вклад в ослабление деревьев. Участвовавшие засушливые периоды, колебания температур и другие экстремальные погодные явления создают дополнительный стресс для растений, особенно для старовозрастных экземпляров, которые труднее адаптируются к изменяющимся условиям.

Площадки №2 и №3: Состояние древостоя оценивается как “ослабленные” (средний балл 2). На площадке №2 из 25 деревьев, 12 имеют патологии, а на площадке №3 - 9 из 18.

Площадка №4: Наиболее благоприятная ситуация. Из 28 обследованных деревьев, только 4 имеют патологии или повреждения. Средний балл состояния - 1, что соответствует категории “без признаков ослабления”.

Таблица 2: Результаты оценки состояния древостоя на территории парка «Александрия» (музей-заповедник «Петергоф») 2023 г.

№ пробной площадки	Количество особей обнаруженных деревьев	Количество видов деревьев	Количество особей деревьев с патологиями развития и механическими повреждениями	Средний балл состояния древостоя
1	16	3	14	3 (сильно ослабленные)
2	25	6	12	2 (ослабленные)
3	18	5	9	2 (ослабленные)
4	28	8	4	1 (без признаков ослабления)
ИТОГ	87	22	39	

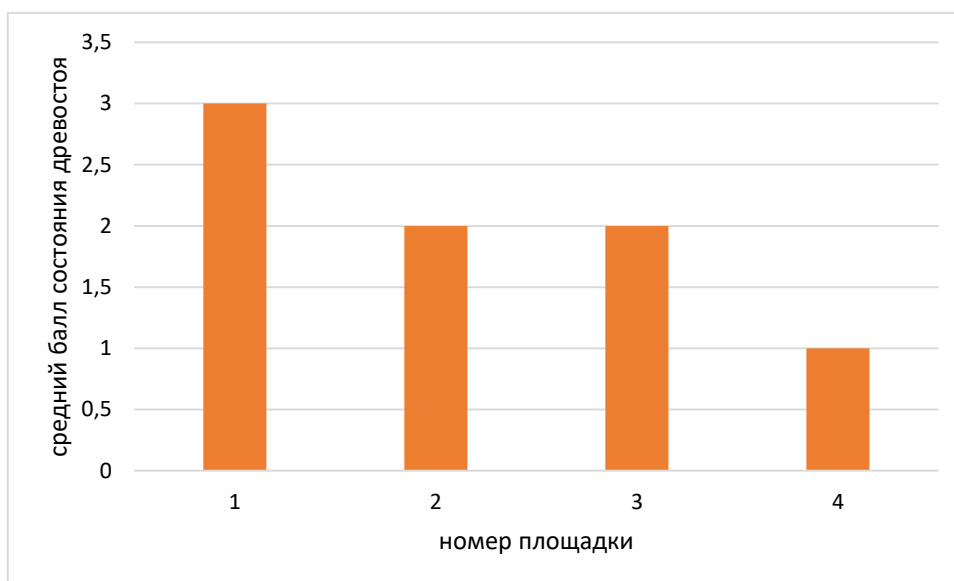


Рисунок 15 - оценки состояния древостоя на территории парка «Александрия» (музей-заповедник «Петергоф») 2023 г.

Общее состояние древостоя парка «Александрия» можно оценить как удовлетворительное, но с явными признаками неравномерности. Присутствуют как участки с деревьями, не имеющими признаков ослабления, так и участки, где преобладают сильно ослабленные деревья. Различия между участками довольно значительны. Площадка №4 выделяется как зона с наиболее здоровым древостоем, в то время как на площадке №1 ситуация вызывает наибольшее беспокойство.

Причины различий в состоянии древостоя могут быть обусловлены комплексом факторов. Разная степень рекреационной нагрузки оказывает значительное влияние на состояние древостоя парка «Александрия». Участки, прилегающие к наиболее посещаемым туристическим маршрутам и зонам отдыха, особенно подвержены негативному воздействию. Так, центральная аллея парка, являющаяся исторически сложившимся и популярным местом для прогулок, испытывает интенсивную рекреационную нагрузку. Это выражается в уплотнении почвы, что затрудняет доступ кислорода и питательных веществ к корням деревьев, а также в механических повреждениях стволов и ветвей, наносимых посетителями. В результате, деревья, произрастающие вдоль этой аллеи, часто демонстрируют признаки ослабления и подверженности болезням. Участки парка, расположенные вблизи популярных туристических маршрутов или зон отдыха, могут испытывать большую рекреационную нагрузку (уплотнение почвы, повреждение корневой системы, механические повреждения стволов и ветвей). Это негативно сказывается на состоянии деревьев.

Площадка №1 имеет самый высокий показатель деревьев с патологиями развития и механическими повреждениями, это указывает на то, что данный участок может быть больше подвержен воздействию человека.

Различия в почвенном составе, уровне грунтовых вод, дренированности могут оказывать влияние на жизнеспособность деревьев. На площадках с неблагоприятными почвенными условиями деревья могут быть более восприимчивы к болезням и вредителям.

Разные виды деревьев имеют различную устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям.

История использования территории: Предшествующее использование участков парка (например, расположение хозяйственных построек, наличие загрязнений) могло оказать влияние на состояние почв и, соответственно, на состояние древостоя.

Различия в интенсивности и характере ухода за деревьями на разных участках (полив, подкормка, обрезка, борьба с вредителями) также могут объяснить наблюдаемые различия.

Безусловно, рекреационная нагрузка, создаваемая посетителями, может негативно влиять на состояние древостоя парка. Уплотнение почвы в результате хождения людей приводит к ухудшению аэрации корневой системы и затруднению поступления воды и питательных веществ к корням. Механические повреждения стволов и ветвей (вытаптывание газонов, повреждение коры, обламывание ветвей) также способствуют ослаблению деревьев и повышению их восприимчивости к болезням и вредителям.

Экологическое состояние парка “Александрия” можно охарактеризовать как требующее внимания. Наличие значительного количества деревьев с патологиями и признаками ослабления указывает на наличие негативных факторов, влияющих на жизнеспособность древостоя. Необходимо провести более детальное изучение факторов, вызывающих различия в состоянии древостоя на разных участках парка, и разработать комплекс мероприятий по улучшению экологической ситуации, включающий:

Принятие этих мер поможет сохранить уникальный древостой парка “Александрия” и обеспечить его устойчивое развитие в будущем.

3.2 Идентификация экосистемных услуг парка "Александрия"

К сожалению, точное количество посетителей парка "Александрия" ежегодно не публикуется отдельно. Данные о посещаемости парка, как правило, входят в общий отчет о посещаемости Государственного музея-заповедника "Петергоф".

Однако, мы можем сделать приблизительную оценку, основываясь на нескольких факторах:

Общая посещаемость Петергофа: В период до пандемии COVID-19 Петергоф посещали около 5-6 миллионов человек в год. Сравнительная популярность: Нижний парк является самой посещаемой частью Петергофа, тогда как Александрия привлекает меньше туристов. Она, как правило, более тихая и спокойная.

Приблизительное соотношение: Предположим, что Александрию посещает примерно 10-15% от общего числа посетителей Петергофа. Это лишь предположение, так как точные цифры не разглашаются.

Таким образом, очень грубая оценка количества посетителей парка "Александрия" в год может составлять примерно 500 - 900 тысяч человек.

Пандемия COVID-19 оказала значительное влияние на туристический поток, и цифры за последние годы могут отличаться от допандемийных.

Парк Александрия привлекает разнообразную аудиторию, хотя сложно дать точное процентное соотношение различных групп посетителей без специализированного исследования. Вот примерные категории людей, которые, вероятно, посещают парк Александрия, и причины их визита:

Туристы (российские и иностранные):

Причины посещения: Желание увидеть исторический ландшафт, дворцово-парковый ансамбль, объекты культурного наследия, тишину и природу вдали от суеты Нижнего парка. Многие туристы приезжают в Петергоф в целом и посещают Александрию как часть комплексного осмотра.

Интересные объекты: Фермерский дворец, готическая капелла, руины, парковые павильоны, виды на Финский залив.

Местные жители (жители Петергофа, Санкт-Петербурга и Ленинградской области):

Причины посещения: Отдых на природе, прогулки, занятия спортом (бег, скандинавская ходьба), пикники, посещение религиозных объектов (например, Александрийская церковь).

Привлекательность: Близость к дому, возможность провести время на свежем воздухе, более спокойная и менее многолюдная атмосфера по сравнению с Нижним парком.

Студенты:

Причины посещения: Учебные экскурсии (история, ландшафтная архитектура, биология, экология), пленэры (рисование на открытом воздухе), сбор информации для курсовых и дипломных работ.

Интересные объекты: Природные ландшафты, исторические постройки, дендрологическая коллекция (в зависимости от наличия).

Семьи с детьми:

Причины посещения: Прогулки на свежем воздухе, детские площадки, возможность безопасно побегать и поиграть, посещение Фермерского двора.

Важные факторы: Безопасность, наличие мест для отдыха, возможность организации пикника.

Пожилые люди:

Причины посещения: Спокойные прогулки, любование природой, отдых от городской суеты, посещение религиозных объектов.

Важные факторы: Наличие удобных скамеек, ровные дорожки, отсутствие крутых подъемов и спусков.

Таким образом, парк «Александрия» – многофункциональное пространство, привлекающее различные группы посетителей. Соотношение этих групп может варьироваться в зависимости от времени года, дня недели и проводимых мероприятий.

До парка Александрия в Петергофе можно добраться на следующих видах транспорта:

На автобусе или маршрутке. От различных станций метро по красной ветке М1 следуют автобусы до остановок «Александрия» и «Музей «Дворцовая телеграфная станция». Например, от станции «Проспект Ветеранов» — автобусы №№162, 359, от станции «Ленинский проспект» — №103, от станции «Автово» — №№401, от станции «Кировский завод» — №№200, 201, 210. 45

На пригородном электропоезде. От Балтийского вокзала ходят поезда до вокзала в Новом Петергофе. Оттуда до парка за 10 минут можно доехать на автобусах №№200, 201, 278, 348, 359, 401, 636. 52

На автомобиле. Нужно выехать на Петергофское шоссе и затем на трассу А118. Двигаться нужно до поворота на Ропшинское шоссе, потом по Санкт-Петербургскому

шоссе прямо до парка. Дорога займёт примерно 1–1,5 часа (зависит от пробок). Парковка находится у входа в парк с улицы Чайковского.

На скоростном теплоходе «Метеор». В период навигации на Неве до Петергофа за 40 минут можно добраться по воде на теплоходах «Метеор».

Стоимость посещения: Для каждой категории определена стоимость посещения (в рублях). Внимание: для категории “посетители вечером” стоимость посещения указана как “0.00 Р”.

Доля посетителей: Для каждой категории указана доля от общего числа посетителей парка (в процентах). Сумма долей всех категорий должна составлять 100%.

Оценка количества посетителей: Для каждой категории определены минимальное, среднее и максимальное значения количества посетителей. Эти значения, вероятно, основаны на исторических данных или экспертных оценках. Для получения этих значений, возможно, использовался следующий расчет:

Общее количество посетителей (минимум, среднее, максимум) * Доля категории
Например, для “посетители льгота” (минимум): $500,000 \text{ (общее минимум)} * 0.364 \text{ (доля)} = 182,000 \text{ (округлено)}$.

Расчет общей стоимости посещений: Для каждой категории и для каждого сценария (минимум, среднее, максимум) стоимость посещения умножается на соответствующее количество посетителей:

Стоимость посещения * Количество посетителей (минимум, среднее, максимум)
Например, для “посетители льгота” (минимум): $150.00 \text{ Р} * 181,818 = 27,272,700 \text{ Р}$ (округлено).

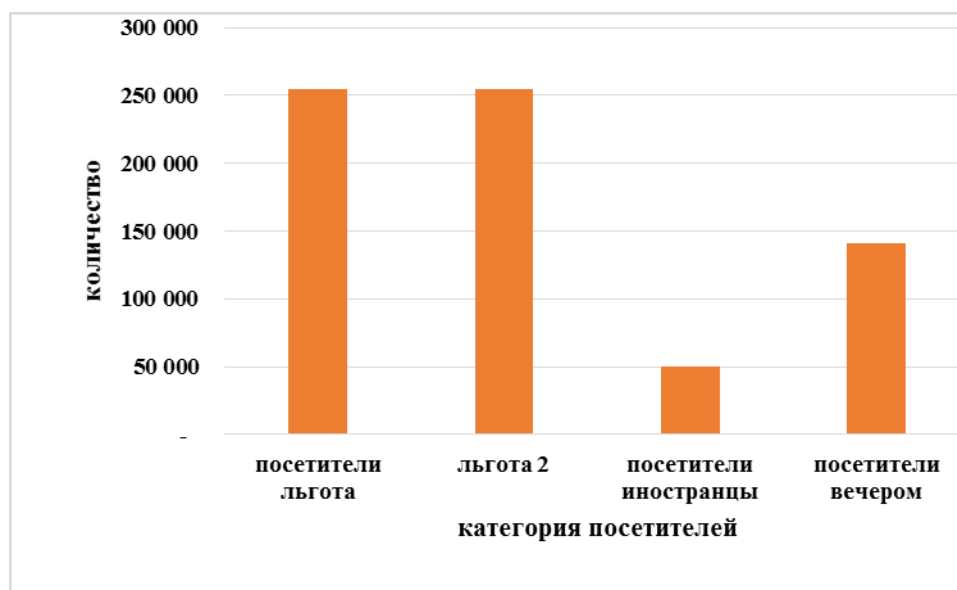


Рисунок 16 - среднее количество посетителей парка по различным категориям: “посетители льгота”, “льгота 2”, “посетители иностранцы” и “посетители вечером”

Это столбчатая диаграмма, показывающая среднее количество посетителей парка по различным категориям: “посетители льгота”, “льгота 2”, “посетители иностранцы” и “посетители вечером”. Высота столбца соответствует среднему количеству посетителей для каждой категории.

Посетители льгота и Льгота 2: У этих категорий самая высокая посещаемость, столбцы примерно одинаковой высоты и достигают около 250 000 посетителей.

Посетители иностранцы: Количество посетителей этой категории значительно меньше, столбец значительно ниже остальных и находится в районе 50 000 посетителей.

Посетители вечером: Количество посетителей этой категории ниже чем у льготных категорий, но выше чем у посетителей иностранцев. Столбец показывает примерно 140 000 посетителей.

Основной поток посетителей парка приходится на льготные категории (“посетители льгота” и “льгота 2”). Категория иностранных посетителей является наименее многочисленной. Вечерние посещения также вносят значимый вклад в общую посещаемость парка.

График показывает, что льготные категории и вечерние посещения являются драйверами посещаемости парка. Анализ категории иностранных посетителей требует более детального анализа для увеличения их числа и повышения доходов парка.



Рисунок 17 - диаграмма, отображающая общую стоимость билетов, приобретенных разными категориями посетителей: “посетители льгота”, “льгота 2”, “посетители иностранцы” и “посетители вечером”

Это столбчатая диаграмма, отображающая общую стоимость билетов, приобретенных разными категориями посетителей: “посетители льгота”, “льгота 2”, “посетители иностранцы” и “посетители вечером”. Высота столбца соответствует общей сумме, потраченной на билеты посетителями каждой категории.

Анализ по категориям:

Льгота 2: Столбец “льгота 2” самый высокий, значительно превышает все остальные, и находится примерно на отметке 75,000,000 - 80,000,000. Это означает, что посетители этой категории приносят наибольший доход от продажи билетов.

Посетители льгота: Стоимость билетов для этой категории меньше, чем для “льгота 2”, но больше, чем для иностранцев, составляет около 38,000,000.

Посетители иностранцы: Доход от продажи билетов иностранным посетителям меньше, чем от льготных категорий, но не равен нулю.

Посетители вечером: Столбец для категории “посетители вечером” отсутствует или имеет нулевую высоту. Это означает, что эта категория посетителей не платит за вход (бесплатный вход).

Вывод:

Наибольший доход от продажи билетов приносят посетители категории “льгота 2”, за ними следуют “посетители льгота”. Иностранные посетители приносят заметно меньше дохода, чем льготные категории. Вечерние посещения парка бесплатны и не приносят дохода от продажи билетов.

Ранее было установлено, что льготные категории (“посетители льгота” и “льгота 2”) составляют основу посещаемости парка. Теперь мы видим, что “льгота 2” также является основным источником дохода.

Иностранные посетители немногочисленны, что видно на предыдущем графике, но при этом платные, что видно из этого графика. Значит, их нужно привлекать.

Вечерние посетители не приносят дохода от билетов, но могут увеличивать посещаемость парка.

График подтверждает, что категория “льгота 2” является ключевой как по посещаемости, так и по доходам. Поддержание высокого уровня посещаемости льготных категорий, параллельно с активным привлечением иностранных посетителей, может значительно повысить прибыльность парка. Важно также рассмотреть варианты получения прибыли от вечерних посещений, не вводя при этом плату за вход, а предлагая другие платные услуги.

Суммирование стоимости посещений по всем категориям: Общая стоимость посещений парка (минимум, среднее, максимум) рассчитывается путем суммирования стоимости посещений по всем категориям для каждого сценария.

II. Оценка стоимости проезда до парка

Виды транспорта: Определены основные виды транспорта, используемые посетителями для прибытия в парк (автобус, электричка, машина, корабль, экскурсионный автобус).

Стоимость проезда: Для каждого вида транспорта указана стоимость проезда (в рублях).

Количество пассажиров (минимум, среднее, максимум): Для каждого вида транспорта указаны минимальное, среднее и максимальное значения количества пассажиров.

Расчет общей стоимости проезда: Для каждого вида транспорта и для каждого сценария (минимум, среднее, максимум) стоимость проезда умножается на соответствующее количество пассажиров:

$$C = c * n$$

Где С – суммарные затраты на проезд; с – цена проезда; n – число пассажиров данного вида транспорта

Суммирование стоимости проезда по всем видам транспорта: Общая стоимость проезда до парка (минимум, среднее, максимум) рассчитывается путем суммирования стоимости проезда по всем видам транспорта для каждого сценария.

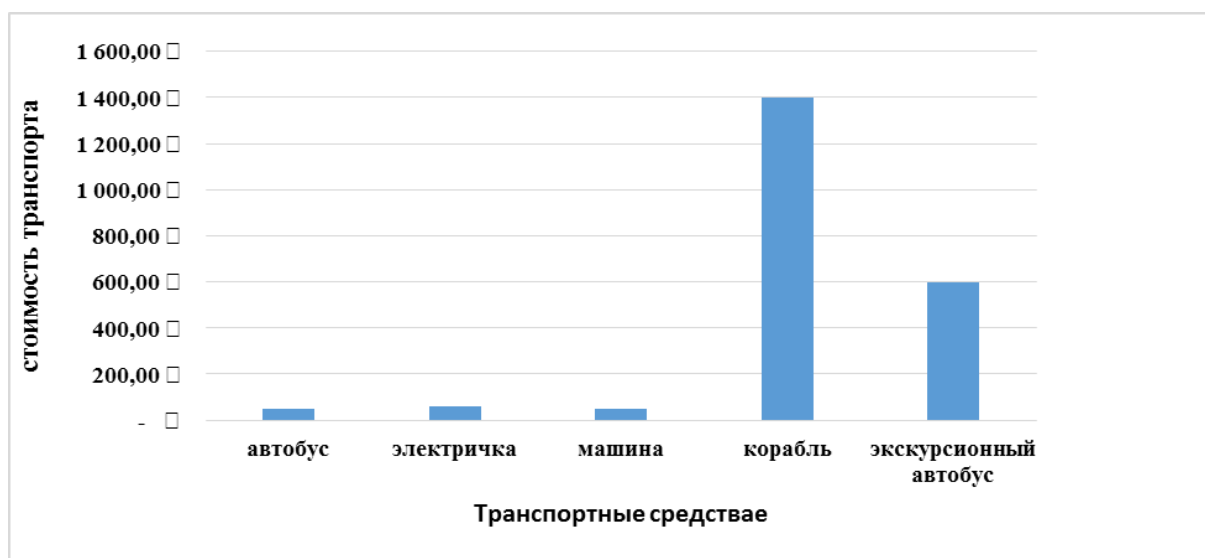


Рисунок 18 - диаграмма, показывающая общую стоимость использования различных видов транспорта для посещения парка. Виды транспорта: “автобус”, “электричка”, “машина”, “корабль” и “экскурсионный автобус”

Это столбчатая диаграмма, показывающая общую стоимость использования различных видов транспорта для посещения парка. Виды транспорта: “автобус”, “электричка”, “машина”, “корабль” и “экскурсионный автобус”. Высота столбца отражает суммарную стоимость проезда для всех посетителей, использующих данный вид транспорта.

Анализ по видам транспорта:

Корабль: Самый высокий столбец, значительно превышающий все остальные. Его значение находится примерно на отметке 1,400,000. Это указывает на то, что самая большая часть расходов на транспорт связана с прибытием посетителей на корабле.

Экскурсионный автобус: Второй по величине столбец, около 600,000. Значит, экскурсионные автобусы также вносят существенный вклад в общие расходы на транспорт.

Автобус, Электричка, Машина: Столбцы для этих видов транспорта очень низкие и примерно одинаковые по высоте. Это означает, что общие расходы на эти виды транспорта относительно невелики по сравнению с кораблем и экскурсионным автобусом.

Вывод:

Основная доля расходов на транспорт приходится на корабли и экскурсионные автобусы. Автобусы, электрички и машины занимают незначительную долю в общей структуре транспортных расходов.

Ранее мы видели, что для одного человека корабль - самый дорогой вид транспорта. Теперь мы видим, что и в целом больше всего денег посетители тратят на то, чтобы добраться до парка на корабле.

Мы также знаем, что привлечение большего количества иностранных посетителей – это приоритетная задача. Данные о том, каким транспортом они добираются, помогли бы составить маркетинговую стратегию.

Данный график демонстрирует явное доминирование кораблей и экскурсионных автобусов в структуре транспортных расходов посетителей парка. Дальнейший анализ аудитории, использующей эти виды транспорта, и оптимизация стоимости “бюджетных” вариантов (автобус, электричка, машина) поможет сделать парк более доступным и привлекательным для широкого круга посетителей.

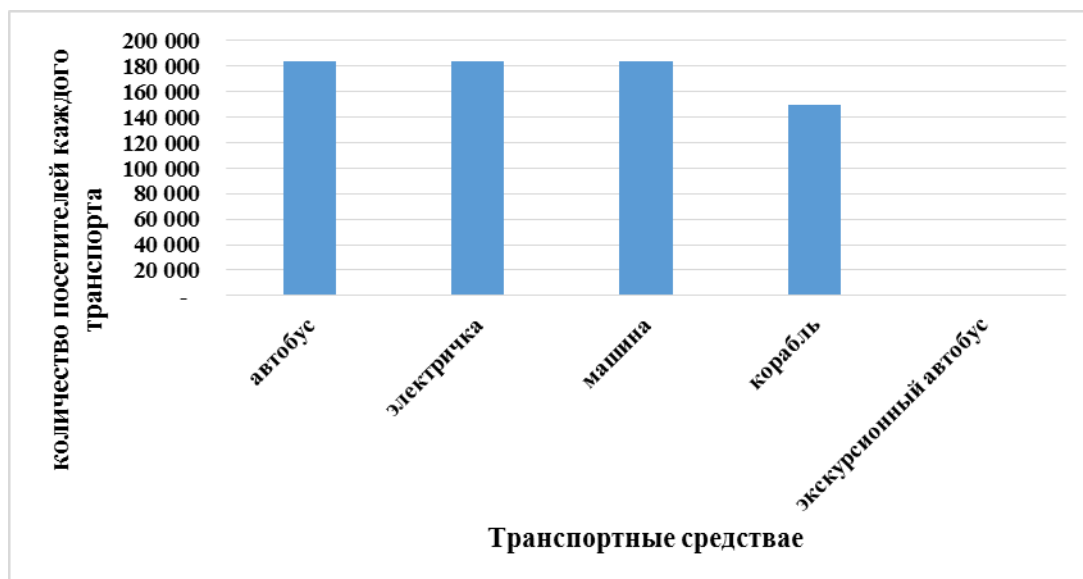


Рисунок 18 - диаграмма, показывающая количество посетителей, использующих различные виды транспорта для посещения парка

Это столбчатая диаграмма, показывающая количество посетителей, использующих различные виды транспорта для посещения парка. Виды транспорта: “автобус”, “электричка”, “машина”, “корабль” и “экскурсионный автобус”. Высота столбца соответствует количеству посетителей, прибывших в парк на данном виде транспорта.

Анализ по видам транспорта:

Автобус, Электричка, Машина: Столбцы для этих видов транспорта самые высокие и примерно одинаковые по высоте, находятся около 180,000 - 190,000. Это

означает, что большинство посетителей добираются до парка на автобусе, электричке или личном автомобиле.

Корабль: Столбец для корабля значительно ниже, чем для автобуса, электрички и машины, но выше чем для экскурсионного автобуса. Значит, на корабле приезжает много посетителей, но значительно меньше, чем на “бюджетных” видах транспорта.

Экскурсионный автобус: Столбец для экскурсионного автобуса отсутствует. Это означает, что либо данные отсутствуют, либо никто не пользуется этим видом транспорта для посещения парка.

Вывод:

Наибольшее количество посетителей добираются до парка на автобусах, электричках и личных автомобилях. Корабли пользуются значительно меньшей популярностью, хотя и привозят значительное число посетителей. Данные об использовании экскурсионных автобусов отсутствуют.

Сопоставление с предыдущими выводами:

Ранее мы видели, что корабль - самый дорогой вид транспорта. Теперь мы видим, что, несмотря на высокую стоимость, им пользуется значительное количество людей.

Мы также видели, что экскурсионные автобусы вносят существенный вклад в общую стоимость транспорта. Отсутствие данных о количестве пассажиров экскурсионных автобусов не дает нам полной картины.

График показывает, что основная часть посетителей использует доступные виды транспорта (автобус, электричка, машина), но и корабли также вносят заметный вклад в посещаемость парка. Для более эффективного управления посещаемостью парка необходимо проанализировать аудиторию, использующую каждый вид транспорта, и разработать стратегии, учитывающие их потребности.



Рисунок 19 - диаграмма, показывающая общие затраты, связанные с использованием каждого вида транспорта для посещения парка

Это столбчатая диаграмма, показывающая общие затраты, связанные с использованием каждого вида транспорта для посещения парка. Виды транспорта: “автобус”, “электричка”, “машина”, “корабль” и “экскурсионный автобус”. Высота столбца соответствует итоговым затратам (видимо, сумме расходов на проезд всех посетителей), связанных с каждым видом транспорта.

Анализ по видам транспорта:

Корабль: Столбец для корабля значительно превосходит все остальные, достигая почти отметки 21,000,000,000. Это означает, что наибольшие затраты на транспорт приходятся на посетителей, прибывающих на кораблях.

Автобус, Электричка, Машина: Столбцы для этих видов транспорта крайне низкие, практически незаметны на фоне корабля. Затраты на проезд на этих видах транспорта составляют ничтожную долю по сравнению с кораблем.

Экскурсионный автобус: Столбец для экскурсионного автобуса также отсутствует. Это означает, что либо данные по экскурсионным автобусам не учитывались, либо эти данные равны 0.

Вывод:

Практически все затраты, связанные с транспортом, приходятся на посетителей, прибывающих на кораблях. Затраты на остальные виды транспорта пренебрежимо малы по сравнению с затратами на корабли.

Сопоставление с предыдущими выводами:

Этот график подтверждает все предыдущие выводы о том, что корабли - самый дорогой вид транспорта как для одного человека, так и в общей структуре расходов на транспорт.

Он также подтверждает отсутствие данных или минимальное использование экскурсионных автобусов.

Ранее были отмечены наиболее экономичные с точки зрения посетителей виды транспорта, такие как электрички и машины.

Рекомендации (с учетом предыдущих выводов):

Детальный анализ “корабельной” аудитории: Необходимо углубленно изучить аудиторию, прибывающую на кораблях. Кто эти люди? Какие у них доходы? Готовы ли они платить такую высокую цену за проезд? Возможно, есть сегменты, которым можно предложить более доступные альтернативы.

Оценка влияния кораблей на окружающую среду: При высокой стоимости проезда, большое количество кораблей создаёт негативное воздействие на экологию.

Стимулирование использования альтернативных видов транспорта: Необходимо продолжать развивать и поддерживать “бюджетные” варианты (автобусы, электрички, машины), чтобы сделать парк доступным для большего числа людей.

Поиск решения по экскурсионным автобусам: Нужно выяснить, почему не используются экскурсионные автобусы. Возможно, проблема в высокой цене, неудобном маршруте или недостаточном продвижении.

Общий вывод:

Сильная зависимость от кораблей как источника транспортных расходов делает парк уязвимым. Необходимо диверсифицировать транспортные потоки и сделать парк более доступным для людей с разным уровнем дохода. Иначе получится, что в парк могут позволить себе приехать только наиболее обеспеченные слои населения.

Необходимы действия по привлечению аудитории “бюджетных” видов транспорта, возможно, стоит за счет доходов от кораблей ввести дотации на субсидирование стоимости проезда на других видах транспорта.

Для улучшения ситуации требуется комплекс мер, включающий оптимизацию рекреационной нагрузки, внедрение системы защиты корневых систем, проведение фитопатологического обследования и разработку долгосрочной программы по восстановлению почвенного плодородия. Особое внимание следует уделить созданию условий для естественного возобновления древесной растительности и повышению биоразнообразия насаждений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение теоретических основ и практического опыта оценки экосистемных услуг в российских и зарубежных исследованиях выявило, что этот инструмент становится все более востребованным для эффективного и устойчивого управления природными ресурсами.

Анализ состояния древесных насаждений парка выявил ряд характерных особенностей. В парке преобладают зрелые и старовозрастные деревья, что с одной стороны повышает его экологическую ценность, но с другой - требует особого внимания из-за повышенного риска усыхания таких насаждений. При обследовании были обнаружены повреждённые и ослабленные деревья, страдающие от болезней и последствий антропогенного воздействия. Распределение древостоя по территории парка неравномерное - имеются как участки с высокой плотностью насаждений, так и достаточно разреженные зоны.

Для количественной оценки значимости парка была проведена калькуляция стоимости предоставляемых им экосистемных услуг. Использование метода стоимости путешествия (ТСМ) и других экономических подходов позволило определить, что годовая стоимость рекреационных услуг парка составляет значительную сумму, измеряемую миллионами рублей. Столь же впечатляющими оказались расчёты экономической ценности регулирующих услуг, включая очистку воздуха и поглощение углекислого газа.

На основании полученных результатов можно сделать общий вывод о высокой экологической и экономической значимости парка "Александрия". Для поддержания и увеличения объёма предоставляемых экосистемных услуг необходимо реализовать комплекс мер по сохранению и улучшению состояния его древесных насаждений. Это предполагает организацию регулярного мониторинга состояния деревьев, проведение своевременных санитарных мероприятий и разработку долгосрочной программы по восстановлению древостоя. Полученные экономические оценки должны учитываться при планировании бюджета на содержание и развитие парка. Перспективным направлением дальнейших исследований могло бы стать более детальное изучение отдельных видов экосистемных услуг, а также сравнительный анализ с аналогичными зелёными зонами. Таким образом, парк "Александрия" представляет собой ценный природно-рекреационный комплекс, устойчивое функционирование которого требует научно обоснованного подхода к управлению его ресурсами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ken J. Wallace. Classification of ecosystem services: Problems and solutions, Biological Conservation. – 2017. – № 3. – P. 235-246
2. M.E.A. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well- Being. Island Press, Washington DC. – 2005. – 155 p, 160p
3. Проект ТЕЕВ-Russia. Экосистемные услуги России. В 2 т. Т. 1. Услуги наземных экосистем. Прототип национального доклада / ред.-сост. Е.Н. Букварева, Д.Г. Замолодчиков. – М., 2016. – 185 с.
4. Замолодчиков Д. Г. Подходы к организации национального рынка экосистемных услуг // Эко- номика экосистем и биоразнообразия: потенциал и перспективы стран Северной Евразии: мате- риалы совещания «Проект ТЕЕВ — экономика экосистем и биоразнообразия: перспективы уас- тия России и других стран ННГ» / Центр охраны дикой природы. М., 2010. — С. 49—53.
5. Potschin M., Haines-Young R., Fish R., Kerry Turner R. Routledge - Ecosystem management. – 2018. – 630 p.
6. Тихонова Т.В. Современные методы оценки экосистемных услуг и потенциал их применения на практике // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2018. – №4. – С. 56-65.
7. Barbier, E.B. Ecosystems as Natural Assets. Foundations and Trends in Microeconomics. – 2009. – №4. – P. 611-681.
8. Xin Cheng, Sylvie Van Damme, Luyuan Li, Pieter Uyttenhove, Evaluation of cultural ecosystem services: A review of methods, Ecosystem Services.– 2019. – №37. – P. 100-125.
9. Zeng, J.; Chen, T.; Yao, X.; Chen, W. Do Protected Areas Improve Ecosystem Services? A Case Study of Hoh Xil Nature Reserve in Qinghai-Tibetan Plateau. Remote Sens. – 2020. – 12. – p. 471.
10. Barbier, E.B. Ecosystems as Natural Assets. Foundations and Trends in Microeconomics. – 2009. – №4. – P. 611-681.
11. Рахлеева, А. А. Экосистемные услуги естественных и окультуренных ландшафтов Южного берега Крыма по сохранению разнообразия сообществ почвенных беспозвоночных животных. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Товарищество научных изданий КМК». – 2018. – С. 159-160.
12. Рамазанова Зулфира Рамазановна, Асадулаев Загирбег Магомедович Эпифитная микрофлора и фитонцидная активность листьев некоторых древесных растений г. Махачкалы // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2013. №3 (24). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/epifitnaya-mikroflora-i-fitontsidnaya-aktivnost-listiev-nekotoryh-drevesnyh-rasteniy-g-mahachkaly> (дата обращения: 09.06.2025).]

13. Гетко Нелли, Ладыженко Татьяна, Шутова Анна Фитонцидная активность оранжерейных растений // Наука и инновации. 2014. №135.
14. Никифорова, А. А. Ценность экосистемных услуг Ялтинского горно-лесного заповедника/ ФГБУН ФИЦ "Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН". – 2023. – С. 40-42.
15. Малышев, Т. Р. Экономическая оценка экосистемных функций лесных геосистем на примере Государственного природного заказника "Байдарский". – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью "Антиква". – 2019. – С. 256-259.
16. Касимов Д. В., Касимов В. Д. Экосистемные услуги музея-заповедника Л. Н. Толстого «Ясная Поляна» // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. –2013. – №3 – С. 95.
17. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hahhoh B., Limburg K., Naeem Sh., O'Neill R., Paruelo J., Raskih R., Suttokk P., van der Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. — 1997. — Vol. 387. — P. 253—260.
18. Тимков А. А. «Экосистемные услуги» природных регионов России. — М.: Наука, 2004. — 146 с
19. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. – М.: ООО «Типография ЛЕВКО». – 2009. – 72 с.
20. Коллекции и экспозиции природной флоры и растительности Центрального Черноземья в Ботаническом саду им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета (путеводитель): Монография / А. А. Воронин, Л. А. Лепемкина, В. И. Серикова, З. П. Муковнина, А. В. Комова; Ботанический сад им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета. — Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2017. — 98 с.
21. Воронин А. А., Николаев Е. А. Ботанический сад им. проф. Б. М. Козо-Полянского: новые направления научно-практических исследований и перспективы территориальной организации // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. — 2017. — № 3. — С. 120—124.
22. Воронин А. А., Николаев Е. А., Комова А. В. Ботанический сад им. профессора Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета — центр интродукции и сохранения биоразнообразия растений // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. — 2013. — № 1. — С. 185—191.
23. Глухов А.З., Володарец С.А. Фитонцидная активность древесных растений в условиях урбанизированной среды // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – №7. – С. 2122-2125.

24. Семёнов С. А., Гарбуз И. А., Еремеев И. И. «Исследования территории дворцового комплекса „Нижняя дача“ в парке Александрия ГМЗ „Петергоф“ в 2012–2013 гг.»
25. Михайлов А. В. «Определение предметов охраны для объектов археологии, на примере „Нижней дачи“ в парке Александрия» // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. — №10 (64). — С. 125–128.
26. Ужгеренас, М. П. «Последняя летняя резиденция императора Николая II: роль инженерной инфраструктуры в формировании комплекса „Нижняя дача“ в парке „Александрия“ в Петергофе», Журнал «Урбанистика», №1, 2018, страницы 14–29.
27. Дюкова Л.А., Сериков М.Т. Определение рекреационной емкости и фактического использования парковых территорий санаторно-курортного комплекса «Форосский» (Украина). Современные проблемы науки и образования. 2012. — №2. —С. 363-366.
28. Касимов Д. В., Касимов В. Д. Экосистемные услуги музея-заповедника Л. Н. Толстого «Ясная Поляна» // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. –2013. – №3 – С. 95.
29. Ларькова М.С. Подходы к экономической оценке регулирующих экосистемных услуг территории // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. –№5. – С.122-125.
30. Ненько, А. Е. Культурные экосистемные услуги зелёных зон: что могут рассказать комментарии пользователей / А. Е. Ненько, Е. В. Недосека, А. А. Смирнова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. — 2023. — № 3 (51). — С. 5–27. — DOI: 10.15593/2409-5125/2023.03.01.
31. Малышев, Т. Р. Экономическая оценка экосистемных функций лесных геосистем на примере Государственного природного заказника "Байдарский". – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью "Антиква". – 2019. – С. 256-259.
32. Никифорова, А. А. Ценность экосистемных услуг Ялтинского горно-лесного заповедника/ ФГБУН ФИЦ "Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН". – 2023. – С. 40-42.
33. Плугатарь Ю.В. Интродукция и селекция декоративных растений в Никитском ботаническом саду (современное состояние, перспективы развития и применения ландшафтной архитектуре): Монография / Под общей ред. Ю.В. Плугатаря – Симферополь: ИТ "Ариал". – 2015. – С. 150-209.
34. Pan Y. D. A large and persistent carbon sink in the world's forests / Y. D. Pan, R. A. Birdsey, J. Fang [et al.] // Science. - 2011. - Vol. 333, № 6045. - P. 988-993. DOI: 10.1126/science.1201609.

35. Ellison D. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world / D. Ellison, C. E. Morris, B. Locatelli [et al.] // Nature Communications. - 2017. - Vol. 8. - Art. № 14048. DOI: 10.1038/ncomms14048.
36. Lindenmayer D. B. Global decline in large old trees / D. B. Lindenmayer, W. F. Laurance // Biological Conservation. - 2012. - Vol. 151, № 1. - P. 1-4. DOI: 10.1016/j.biocon.2012.01.026.
37. Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. - Rome : FAO, 2020. - 184 p. ISBN 978-92-5-132581-0.
38. Trumbore S. Forest health and global change / S. Trumbore, P. Brando, H. Hartmann // Nature. - 2015. - Vol. 525, № 7569. - P. 528-534. DOI: 10.1038/nature14958.