

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Школа АНО ОШ ЦПМ

**Измерение уровня светового загрязнения в природном  
заказнике «Воробьёвы горы»**

**Работу выполнил:**

ученик 9 класса

Школы АНО ОШ ЦПМ

Наумкин Дмитрий Александрович

**Научный руководитель:**

к.б.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ

имени М.В. Ломоносова,

гл. спец. Экоцентра «Воробьёвы горы»

Таранец Ирина Павловна

Москва, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	2
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	4
1.1.СВЕТОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ЕГО ТИПЫ И ВИДЫ.....	4
1.2.ВИДЫ ОСВЕЩЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКОВОЙ ИЛЛЮМИНАЦИИ .....	6
ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЙ ЗАКАЗНИК «ВОРОБЬЁВЫ ГОРЫ» .....	7
ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ .....	9
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ .....	11
4.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ ОСВЕЩЕННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКАЗНИКА .....	11
4.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА ПОСЕТИТЕЛЕЙ ЗАКАЗНИКА .....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	17
РЕКОМЕНДАЦИИ .....	18
ВЫВОДЫ .....	19
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ: .....	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	22
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	25

## ВВЕДЕНИЕ

В современных городах уличное освещение играет важную роль в обеспечении безопасности и комфорта жителей и эстетики городской среды. Искусственное освещение в мире растет примерно на 2% в год [1]. В последние годы все большую опасность представляет так называемое световое загрязнение (световой смог), являющееся уникальным в ряду антропогенных нарушений, масштабы последствий которого оценить непросто. Световое загрязнение возникает, когда искусственный свет в сумеречное или ночное время суток не падает вниз, а рассеивается в небе. Его основными источниками являются крупные города и промышленные комплексы, в которых световые потоки создаются фарами автомобилей, уличным архитектурным освещением и др. источниками [2].

На территории Москвы располагается достаточно большое количество бульваров, парков, особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Заказник «Воробьёвы горы» – это ООПТ, созданный для сохранения уникальной экосистемы и памятников природы в столице. Чрезмерное искусственное освещение на разных природных территориях, в том числе в заказнике, провоцирует нарушение циркадных ритмов флоры и фауны, что негативно сказывается на размножении и шансах на выживание, а также приводит к серьезным экологическим проблемам. Световое загрязнение, как еще один вид негативного воздействия на окружающую среду, распространяется неконтролируемо и с каждым годом становится все более **актуальной** проблемой, особенно для природоохранных территорий.

Работа способствует **решению следующей проблемы:** в соответствии с ЦУР 13, 15 и 3 [3] работа направлена на принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями (в т.ч. в результате светового загрязнения), создание наилучших условий для разных организмов и сохранение биоразнообразия, а также обеспечение здоровья людей путем внедрения грамотных светотехнических решений и эффективного распределения света в городе.

**Научное и практическое значение работы:** проведение измерений уровня искусственной освещенности в природном заказнике «Воробьёвы горы» позволит получить дополнительные данные для описания природно-экологической ситуации на территории ООПТ.

**Цель работы** – измерение уровня искусственного освещения в природном заказнике «Воробьёвы горы» для определения его соответствия экологическим нормативам.

**Задачи работы:**

1. проанализировать литературные источники и нормативную базу, включая международные стандарты и рекомендации по тематике работы;
2. провести измерения уровня искусственного освещения с учетом мест установки на территории заказника «Воробьёвы горы» разных типов фонарей;
3. разработать анкету для посетителей природного заказника «Воробьёвы горы» и провести опрос об их отношении к разноцветной подсветке на территории ООПТ;
4. проанализировать полученные результаты измерений искусственного освещения в заказнике «Воробьёвы горы» и проведенного опроса посетителей ООПТ;
5. интегрировать в проект результаты стажировки в музее темноты «Сенсориум» для понимания отношения посетителей к цветовой гамме фонарей, установленных на территории заказника «Воробьёвы горы»;
6. представить рекомендации по снижению уровня искусственного освещения на территории природного заказника «Воробьёвы горы».

**Гипотеза** – чрезмерная освещенность природной территории заказника

**Положения, выносимые на защиту:**

Согласно проведенному анализу нормативной базы, в настоящее время в России не разработаны нормативы по уровню освещенности на территориях ООПТ и рекреационных зон. В местах расположения фонарей/групп фонарей на природной территории заказника «Воробьёвы горы», согласно нормам Международной комиссии по освещению (СIE), наблюдается чрезмерная освещенность в вечернее и ночное время, превышающая уровень естественной освещенности в 5-20 раз (5/20лк). Определены типы светового загрязнения на территории заказника – световые купола/нарушение

освещения и чрезмерное освещение. Опрос посетителей заказника продемонстрировал низкую информированность населения о последствиях светового загрязнения, при этом данные показывают, что состояние восторга от разноцветной подсветки природной территории заказника очень быстро исчезает.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. СВЕТОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ЕГО ТИПЫ И ВИДЫ

Свет представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны от 0,38 до 0,77 мкм, воспринимаемое человеческим глазом [4]. В «ГОСТ 30772-2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» (введен Постановлением Госстандарта России от 28.12.2001 № 607-ст) в п.6.10 дано следующее определение светового загрязнения: «Форма физического загрязнения окружающей среды, связанная с периодическим или продолжительным превышением уровня естественной освещенности местности, в т.ч. и за счет использования источников искусственного освещения». Световое загрязнение снижает долю поляризованного света до 11% вместо 70 – 80% на «чистых» природных территориях [5].

С научной точки зрения, световое загрязнение – увеличение яркости неба вследствие диффузного рассеяния частиц света на молекулах воды и частицах аэрозоля, обусловленное исключительно искусственным освещением [6]. Причина мирового роста светового загрязнения связана с развитием технического оснащения приборов, применяемых для освещения. При этом комплексное влияние освещения на состояние городских экосистем еще недостаточно изучено, поскольку тесно связано с различными факторами городской среды.

Искусственное освещение имеет важные социальные, экологические, поведенческие и медицинские последствия, одним из которых является перерасход энергии. Считается, что только 40% света от обычных уличных светильников освещает то, что они должны освещать, 10% представляет собой излишне яркий свет, а 50% – не просто бесполезное, но и вредное световое загрязнение [7].

На сегодняшний день влияние светового загрязнения делят на два типа: астрономическое и экологическое [8]. **Астрономическое:** засветка ночного неба

мешает наблюдению за небесными телами; слепящий свет от машин и фонарей, свет с улицы, попадающий в дома и квартиры, приводит к ухудшению ночного зрения людей; увеличивающееся количество спутников влечет за собой заполнение ночного неба яркими точками искусственного света. **Экологическое:** снижается биоразнообразие в экосистемах и изменяются условия жизни многих представителей городской фауны (световые ловушки для насекомых, сбой системы навигации перелетных птиц и сезонных биоритмов синантропных птиц); наблюдаются фенологические сдвиги у растений; происходит увеличение выбросов парниковых газов; на 5-7% увеличивается вероятность возникновения кислотных дождей; при продолжительном воздействии света у человека сбиваются «биологические часы» и нарушается гормональный фон (бессонница, ожирение, развитие сердечно-сосудистых заболеваний).

Основные типы светового загрязнения [9]:

✓ световые купола (высота до 60 км) – направленность/отражение городского или промышленного освещения вверх в результате неоптимальной/неэффективной конструкции систем освещения. Эффект осветления неба усиливается распространёнными в воздухе частицами пыли и аэрозолями, которые дополнительно преломляют, отражают и рассеивают излучаемый свет;

✓ блики – яркость источника света, которая может вызвать раздражение, дискомфорт или потерю визуальных характеристик, а также полное ослепление. Эффект крайне опасен, т.к. водители на короткое время полностью теряют способность видеть, что может привести к ДТП;

✓ световой беспорядок – скопление ярких огней, которые отвлекают от окружающих и встречных объектов;

✓ чрезмерное освещение – неверная организация источников освещения, из-за которой образуются чрезмерно яркие пространства;

✓ нарушение освещения – проникновение света за пределы границ необходимого, так называемый «проливной свет».

По данным Международной ассоциации темного неба (DarkSky International) в настоящее время в мире около \$4,5 млрд. и до 30% энергии ежегодно тратится на напрасное освещение неба, а 87% населения России живет в районах с заметным

световым загрязнением. Наибольший уровень светового смога наблюдается в Москве и Московской области, Санкт-Петербурге, в Среднем Поволжье и на Урале. На сегодняшний день в нашей стране нет осознания важности проблемы и, следовательно, органов, регулирующих проблему светового загрязнения [10] (Приложение 1, рис. 5).

## **1.2. ВИДЫ ОСВЕЩЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКОВОЙ ИЛЛЮМИНАЦИИ**

Результатом перехода к энергоэффективным светодиодным источникам становится возрастающее количество точек наружного освещения, и, как следствие, появление светового загрязнения территории. Измерение мощности светового потока проводится люксметром (портативный прибор из разряда фотомеров). В основе работы прибора лежит использование фотодиода, реагирующего на свет с созданием электрического сигнала, который усиливается и отображается на дисплее. Люксметр позволяет оценить эффективность используемых источников света, чтобы принять меры для улучшения условий освещения [11]. Для определения норм освещенности руководствуются СП 52.13330.2011, сводом правил, который устанавливает нормы естественного, искусственного и совмещенного освещения зданий и сооружений, а также нормы искусственного освещения жилых зон, площадок предприятий и мест производства работ вне зданий [12].

При организации подсветки парковых территорий применяют разные виды освещения и типы садово-парковых светильников:

✓ общее (фонари) – обеспечивает видимость, безопасность перемещения и атмосферу во время праздничных мероприятий. Используют на входе/выходе, в местах массового сбора людей (сцены, эстрады, центральные дорожки);

✓ декоративное (подвесные светильники и осветительные системы) – используют для выделения зеленых насаждений, малых архитектурных форм, фонтанов, клумб, арок, скульптур и других парковых арт-объектов;

✓ заливное (болларды, подводные светильники) – рассеянный, мягкий световой поток используется для подсветки скамеек, прогулочных дорожек, беседок;

✓ акцентное/маркировочное (точечные светильники, прожекторы) – используют, чтобы сфокусировать внимание на границах определенных объектов (ступеньки, мостики, велосипедные/пешеходные дорожки).

В зависимости от технологий производства лампы с одинаковым обозначением цветовой температуры могут иметь разный спектральный состав. Спектр передачи – способность излучения источника света корректно воспроизводить цвета освещаемого объекта. На практике, самым распространенным и оптимальным источником света являются светодиодные и ДНаТ лампы. Они отвечают всем требованиям защиты, мощности потока, энергопотребления и экологичности (Приложение 2, табл. 1, 2).

Принимая во внимание то, что нормы освещения ООПТ/рекреационных зон и нормы контроля светового загрязнения в настоящее время в российском законодательстве не разработаны, на территории ООПТ необходимо более внимательно подходить к организации освещенности, что позволит снизить антропогенную нагрузку на природную территорию.

## **ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЙ ЗАКАЗНИК «ВОРОБЬЁВЫ ГОРЫ»**

Воробьёвы горы – не только одно из красивейших мест в Москве, откуда открывается самая широкая и живописная панорама столицы. Это еще и интересная с природной и историко-культурной точек зрения территория, находящаяся практически в центре Москвы [13].

Топоним «Воробьёвы горы» сохранился с XIV в. (название дано по с. Воробьево). С середины XV века (1451 г.) село Воробьево было куплено женой князя московского Василия, княгиней Софьей Витовтовной и стало дворцовым. С течением времени живописные виды и удобство расположения территории также привлекали население, а статус княжеских земель уберег ее от хозяйственного и иного использования. Таким образом, на сравнительно небольшой территории располагался целый ряд знаковых историко-культурных памятников разных эпох, признанных объектами культурного наследия народов РФ регионального и федерального значения. В 1911 г. московские власти на склонах Воробьёвых гор хотели сделать парк. Однако Первая Мировая война, а затем и революция 1917 г. прервали эти начинания. В 1935 г., в соответствии с Генпланом реконструкции и развития Москвы, в столице был создан лесопарковый

защитный пояс города, поскольку лесные массивы и насаждения способствуют сохранению благоприятной экологической обстановки и выполняют средорегулирующую функцию. В середине 1980-х гг. часть земель лесопаркового пояса оказалась в границе города, что потребовало особых природоохранных стратегий. В 1987 г. склоны Ленинских (Воробьёвых) гор были объявлены памятником природы геологического характера с уникальными формами рельефа, обнажениями и родниками. А 21 июля 1998 г. был организован государственный природный заказник «Воробьёвы горы» (постановление Правительства Москвы № 564 от 21.07.98 «О мерах по развитию территорий природного комплекса Москвы»).

Сегодня заказник «Воробьёвы горы» – особо охраняемая природная территория Москвы, имеющая природоохранное, рекреационное, эколого-просветительское и историко-культурное значение. Является особо ценным природно-территориальным комплексом с наличием редких в условиях города видов растений и животных и благоприятными условиями для отдыха в природном окружении (Постановление Правительства Москвы № 940-ПП «О природном заказнике «Воробьёвы горы» от 28.12.04 г.).

В отличие от городских парков и скверов здесь сохранилась свойственная лесу структура (несколько ярусов деревьев, кустарниковый подрост, многоуровневый травостой) и разнообразные виды травянистой растительности. Разработаны и оборудованы три экологические тропы: «На склонах Воробьёвых гор», «Андреевские пруды» и «На террасах Воробьёвых гор». Флора и фауна заказника насчитывает около 400 видов растений и более 100 видов млекопитающих и птиц, некоторые виды которых занесены в Красную книгу Москвы. Сейчас многие виды находятся на грани исчезновения из-за изоляции территории, со всех сторон окруженной дорогами, и фактора беспокойства от загрязнения окружающей среды (в том числе и излишнего искусственного света), оказывающего негативное воздействие на ООПТ [14].

В год заказник «Воробьёвы горы» посещает около 2 млн человек, а в праздничные дни количество посетителей может достигать нескольких десятков тысяч человек. Учитывая серьезную антропогенную нагрузку на территорию ООПТ, отдельного внимания заслуживает установка в 2017 г. 20 опор разноцветного

освещения лесного массива. Для световой инсталляции было использовано оборудование, выпускаемое под брендом МОНАРК, работающее в составе централизованной системы управления освещением КУЛОН.

### ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проводилась с февраля по ноябрь 2024 года. За это время была обследована территория природного заказника «Воробьёвы горы» и определены точки для проведения измерений с описанием особенностей их выбора. В период 03.03.-03.05.2024 г. проведены измерения уровня освещенности в заказнике. Кроме того, была разработана анкета и проведен опрос посетителей заказника о подсветке на территории ООПТ. В рамках стажировки в музее темноты «Сенсориум» разработаны вопросы и проведено анкетирование зрячих, слабовидящих и потерявших зрение людей, в том числе для сопоставления их цветовых ассоциаций.

Для проведения измерений уровня освещенности на территории заказника «Воробьёвы горы» было выбрано 11 точек (рис. 1). Каждая локация выбиралась с учетом особенностей ее местоположения (Приложение 3, табл. 3).



Рис. 1. Точки для проведения измерений уровня освещенности на территории ООПТ «Воробьёвы горы»

Измерения уровня освещенности на территории заказника «Воробьёвы горы» в период с 03.03.24 по 03.05.24 проводились тремя люксметрами (Приложение 4, рис.6). При проведении измерений учитывалось наличие снегового покрова в зимнее время и прошлогодней листвы на поверхности почвы - весной. Для обеспечения корректной работы люксметра ILM 1332A даты проведения измерений выбирались с учетом

погодных условий (Приложение 5, табл. 4). В ходе проведения измерений уровня освещенности необходимо было добиться точности, а также понять целесообразность использования люксметров-приложений, поэтому в работе были использованы: люксметр ILM 1332A переносной прибор, используемый в полевых условиях; Photone – Grow Light Meter (приложение для IOS); Light Meter LM-3000 (приложение для IOS).

По условиям эксплуатации люксметра ILM 1332A, корректные значения можно получить, если проводить измерения уровня освещенности с соблюдением следующих условий: температура окружающего воздуха от 0°C до 40°C; относительная влажность окружающего воздуха до 85% при температуре 25°C; атмосферное давление от 630 до 800,31 мм. рт. ст.

Результаты измерений, полученные с помощью люксметров ILM 1332A, Photone – Grow Light Meter и Light Meter LM-3000, приведены в Приложении 6 (табл. 5, 6, 7).

По результатам консультации с директором музея «Огни Москвы» Потаповой Н.В. (10.03.2024 г.), в ходе выполнения работы автором была разработана анкета в редакторе MS Excel для понимания отношения посетителей заказчика «Воробьёвы горы» к разноцветному освещению лесного массива на его природной территории.

В даты измерений уровня освещенности (03.03.2024 г., 16.03.2024 г., 29.03.2024 г.), было проведено анкетирование посетителей заказчика «Воробьёвы горы». Всего было опрошено 313 человек.

Анкета включала в себя следующие вопросы:

1. Возраст (использовалась классификация возрастов, принятая ВОЗ) [15];
2. Место жительства (Москва/иные города);
3. Посещение заказчика после установки подсветки (впервые/нет);
4. Была ли цель специально посмотреть на подсветку (да/нет);
5. Эмоции, испытываемые от разноцветного освещения (нравится/не нравится);
6. Понимают ли посетители, что находятся на территории ООПТ (да/нет);
7. Представляет ли с точки зрения посетителей разноцветное освещение экологическую опасность (да/нет).

В рамках стажировки, организованной Школой ЦПМ в музее темноты «Сенсориум» (07.06.-12.07.2024 г.), в Google forms был разработан опросник для зрячих, слабовидящих и потерявших зрение людей, включающий следующие вопросы:

1. Какие ассоциации/эмоции возникают, когда видите следующие цвета: зеленый, голубой, фиолетовый, розовый, оранжевый, желтый;
2. Случалось ли видеть частое переключение цветов. Если да, какие эмоции испытывали;
3. Если видели подсветку Бульварного Кольца/Воробьёвых гор, какие эмоции она вызвала;
4. Что воспринимается комфортнее, постоянная освещенность или частая смена цвета;
5. Какие эмоции/ощущения от ярких вспышек искусственного освещения.

Всего было опрошено 55 человек (30 зрячих, 15 полностью потерявших зрение и 10 людей с частичной потерей зрения). Зрячие 20 человек и 4 потерявших зрение людей были опрошены в режиме интервью (при личных встречах, в т.ч. в музее) и в режиме confcall (видеозвонок на платформе Zoom). Остальным участникам была направлена анкета в Google forms, в том числе и через социальные сети.

## **ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

### **4.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ ОСВЕЩЕННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАКАЗНИКА**

При проведении измерений уровня освещенности в 11 точках (рис. 1) на территории заказника «Воробьёвы горы» были определены различные типы фонарей (Приложение 7, рис. 7):

- ✓ отдельно стоящие фонари с разным направлением светового потока;
- ✓ группы фонарей с направленным вниз светом;
- ✓ разнонаправленные разноцветные фонари.

Измерения были проведены 03.03.2024 г., 16.03. и 29.03.2024 г. при наличии снежного покрова, а 08.04.2024 г. и 03.05.2024 г. – при наличии прошлогодней листвы

на поверхности почвы. На рис. 2 представлены результаты измерений уровня освещенности при разных типах покрова.

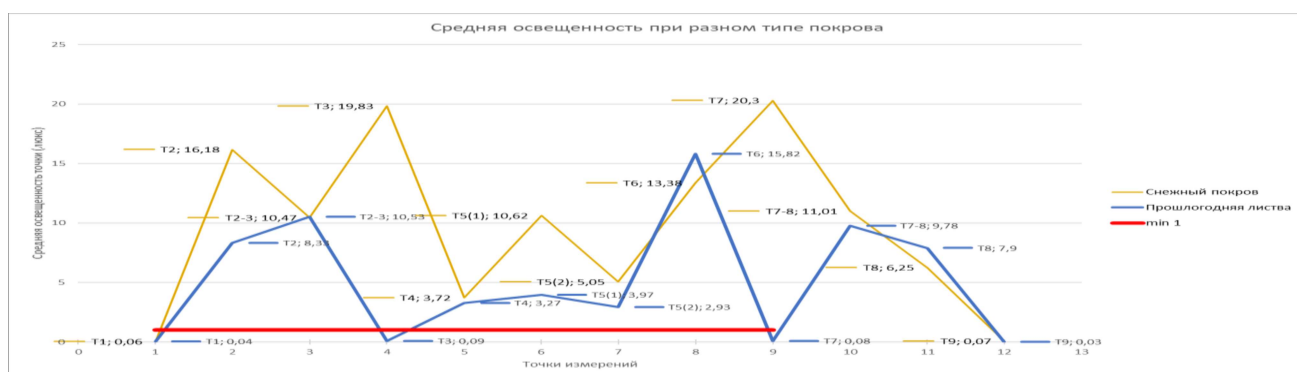


Рис. 2. Результаты измерений освещенности при разном типе покрова на территории заказника «Воробьёвы горы» (03.03.-03.05.2024 г.)

В рамках анализа литературного обзора было установлено, что нормы освещения ООПТ/рекреационных зон в настоящее время в российском законодательстве не разработаны. В связи с этим необходимо руководствоваться нормативом «СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение» [12], где выделены только объекты Пб (боковые аллеи и вспомогательные входы парков административных округов), для которых среднее значение уровня освещенности не должно быть меньше 1лк. Исходя из результатов полученных измерений (рис. 2) можно видеть, что практически во всех точках проведения измерений уровень освещенности соответствует нормативам. Минимальные значения наблюдаются в точках Т1 (экологическая тропа 0,06/0,04лк) и Т9 (фоновая точка 0,07/0,02лк), средние значения в точках Т4 и Т5 (вне природной зоны заказника - 5/10лк), максимальные соответствуют точкам с большим скоплением фонарей, а именно Т2 (площадка около эскалаторной галереи 16/8лк), Т3 и Т7 (разноцветные разнонаправленные фонари 20/19лк). При этом наличие снежного покрова, который обладает большей отражательной способностью по сравнению с прошлогодней листвой, увеличивает значения средней освещенности территории. Однако, возникает вопрос, какая максимальная освещенность по международным данным допустима на природных территориях? Согласно литературным источникам, распределение зон по уровню освещенности было разработано Международной комиссией по освещению (СIE) [16] и впервые появилось в США в нормативе IES RP-33-99 «Рекомендации по наружному освещению» [17].

Зоны освещения (LZ) отражают базовый (или окружающий) уровень освещенности, необходимый для территории. Зоны освещения CIE соответствуют зонам окружающей среды в интерпретации Международной ассоциации темного неба (Technical Report CIE 150:2017). На данный момент Международная ассоциация темного неба [10] рекомендует использовать пять зон наружного освещения (Приложение 8, табл. 8). Национальная команда по ночному небу Службы национальных парков (The National Park Service National Night Skies Team) предлагает две дополнительные ограничительные зоны для всех национальных парков: LZ-00 – освещение в целом нежелательно, но может быть разрешено для конкретных целей и NDZ зону, в которой постоянное освещение запрещено (Приложение 9, табл. 9).

Если руководствоваться Международными стандартами об ограничительных зонах, то на территории заказника «Воробьёвы горы» в целях сохранения биоразнообразия, необходимо в его природной части соблюдать режимы освещения LZ-00 и NDZ, т.е. режимы естественной освещенности [10]. При этом, естественная освещенность в ночное время при полной луне и безоблачном небе составляет 0,1-0,2лк, а при суперлунии, когда Луна находится в своём перигее (на максимально близком к Земле расстоянии), освещённость может достигать 0,3лк. По результатам проведенных измерений уровня освещенности для всех фонарей/групп фонарей, установленных в природной части заказника «Воробьёвы горы», имеет место чрезмерная освещенность, превышающая уровень естественной освещенности в 5-20 раз.

Согласно данным карты уровня освещенности (рис. 3) [18] световое воздействие на природную территорию заказника «Воробьёвы горы» визуальным образом увеличилось после установки на ней в 2017 году разнонаправленных разноцветных фонарей (точки Т3 и Т7).

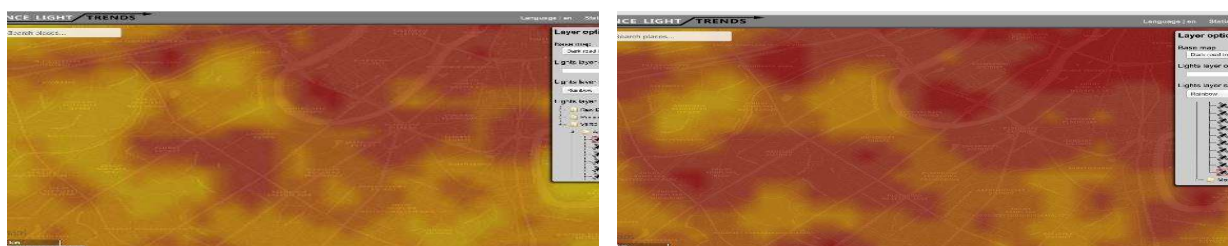


Рис. 3. Уровень освещенности территории заказника «Воробьёвы горы» в 2014/2023 гг. [18]

В 2018 году экспертами регионального отделения Общероссийского народного фронта в Москве было получено подтверждение от Департамента природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы о том, что подсветка, установленная на территории заказника «Воробьёвы горы», не будет являться постоянной и будет работать только в определенные часы и к определенным событиям [19]. Однако эти условия не всегда выполняются. При посещении территории заказника «Воробьёвы горы» даже в дневное время, было установлено, что разноцветные разнонаправленные фонари расставлены группами по 2-4 шт. на площади не более 81 м<sup>2</sup> и горят в зимний и весенний период в течение всего дня без смены сезона освещения. Смена цвета фонарей по замеренным секундомером (приложение IOS) данным происходит каждые 2 секунды. При этом оборудование МОНАРК позволяет удаленно управлять подсветкой, регулировать график ее работы и выбирать уровень и режим освещения (зимний/летний) [20]. Исходя из результатов анализа литературных источников, в большинстве мировых нормативов для ограничения светового загрязнения используется принцип комендантского часа [16], который позволяет регулировать режим работы декоративного наружного освещения, но не распространяется на освещение для обеспечения безопасности.

Проведенное исследование показало, что согласно Международным стандартам об ограничительных зонах, уровень искусственного освещения в заказнике «Воробьёвы горы» превышен почти на всей его обследованной природной территории. Согласно классификации «светового загрязнения» [9] в заказнике «Воробьёвы горы» выделены следующие типы «светового загрязнения»:

- ✓ световые купола/нарушение освещения (группы фонарей около эскалаторной галереи и на второй экологической тропе), при котором свет проникает далеко за границы территории, необходимой для освещения;
- ✓ чрезмерное освещение (группы разноцветных разнонаправленных фонарей).

Основываясь на литературных данных [1; 2; 7], такое искусственное освещение может оказывать негативное воздействие на весь природный комплекс и, тем самым, способствовать снижению биоразнообразия.

## 4.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА ПОСЕТИТЕЛЕЙ ЗАКАЗНИКА

Природный заказник «Воробьёвы горы» расположен на территории районов Гагаринский и Раменки (Приложение 10, рис. 8).

Важными моментами, которые в обязательном порядке учитываются при планировании исследования, являются достаточный объем выборки и доверительный интервал, т.е. максимально допустимая ошибка исследования. Для расчета значения доверительного интервала необходимо посчитать размер генеральной совокупности (численность населения районов, на территории которых находятся Воробьёвы горы).

На 1 января 2024 года численность населения в Гагаринском районе – 80 493 человека, в районе Раменки – 151 931 человек [21]. Общее количество человек по двум районам (размер генеральной совокупности) составляет 232 424 человек. Доверительная вероятность по умолчанию выбирается 95%. Расчет значения доверительного интервала был проведен с помощью калькулятора для расчета достаточного объема выборки [22]. По результатам расчетов ошибка выборки (математическая погрешность, с которой выбранная информация может быть экстраполирована на всю целевую аудиторию) составила 5,5%, что является допустимой ошибкой маркетингового исследования.

При посещении заказника «Воробьёвы горы», в т.ч. в процессе проведения замеров уровня освещенности на его территории в период с 03.03.2024 г. – 29.03.2024 г. был проведен опрос 313 посетителей. По результатам анкетирования были получены данные, представленные в Приложении 11, табл. 10, 11. Из всего количества опрошенных посетителей заказника, жители Москвы составляют 57%. Впервые после установки разноцветного освещения посещали заказник 45%, при этом 43% опрошенных посетителей приехали в заказник специально посмотреть на разноцветное освещение и только 22% из них осведомлены о том, что находятся на природоохранной территории. Разноцветное освещение, установленное на природной территории заказника, в первые минуты нравится и даже вызывает восторг у 59% посетителей, при этом ощущение восторга от постоянной смены цвета у большинства исчезает на третьей минуте. Среди опрошенных посетителей заказника 98% чувствуют себя комфортнее при постоянной освещенности, без ярких вспышек, а жители улицы Косыгина (18

человек, опрошенных в рамках подготовки проекта), которая вплотную примыкает к территории заказчика, жалуются на неприятные/раздражающие ощущения, которые возникают у них от постоянно включенного с меняющейся цветовой гаммой освещения. Только 22% из всех опрошенных посетителей заказчика рассматривают разноцветную подсветку деревьев как представляющую экологическую опасность для флоры и фауны Воробьёвых гор. При этом в большей степени осознающими экологическую опасность от разноцветной подсветки оказались молодые посетители не из Москвы, тогда как не москвичи среднего возраста в наименьшей мере осознают опасность подсветки для флоры и фауны ООПТ (рис. 4)

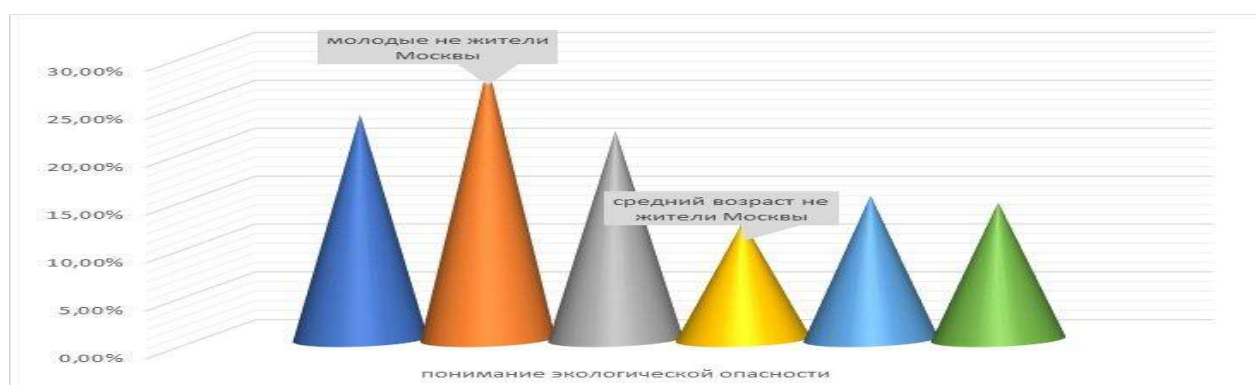


Рис. 4. Диаграмма понимания экологической опасности разноцветной подсветки среди опрошенных

В рамках стажировки в музее темноты «Сенсориум» (07.06.2024 г. – 12.07.2024 г.) (Приложение 12) подсветка на Воробьёвых горах у 70% из 55 принявших участие в опросе людей вызвала восторг, при этом 10% отметили мистические ощущения от нее.

Цветовая гамма разнонаправленных разноцветных фонарей включает в себя пять цветов: зеленый, голубой, фиолетовый, розовый, оранжевый, желтый. В рамках проведения опроса было интересно узнать и проанализировать ответы респондентов на вопрос, какие ассоциации испытывают зрячие, слабовидящие и потерявшие зрение люди от цветов спектра освещения на Воробьёвых горах (Приложение 13, табл. 12).

Зеленый и голубой цвета вызвали 100% позитивные ассоциации. Восприятие таких цветов, как розовый, оранжевый и желтый включают как позитивные ассоциации, так и негативные, но процент позитивных ассоциаций значительно больше процента негативных. Негативные ассоциации от восприятия фиолетового цвета превышают позитивные, причем основные негативные ассоциации от данного цвета возникают у

людей, потерявших зрение. Также в рамках проведения измерений уровня освещенности отмечено, что смена цветового спектра фонарей, установленных на территории заказника «Воробьёвы горы» происходит каждые 2 секунды, что дает сильнейшую нагрузку как на мозг (восприятие смены цвета и придание каждому из цветов эмоционального окраса), так и на зрение [23].

Следует заметить, что подходы к работе с освещением в экологически направленных проектах РФ только начинают формироваться. Проектируя что-либо на территории ООПТ/рекреационных зон, необходимо заботиться об охране экосистемы, включая историко-культурные объекты.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Важной особенностью заказника «Воробьёвы горы» является сочетание природного и историко-культурного наследия столицы, которое сохранилось до нашего времени благодаря, в т.ч. геоморфологическим факторам. На природоохранной территории важно создать комфортную среду не только для посетителей (с возможностью для экологического просвещения горожан), но и для природной экосистемы, используя методы для поддержания экологического баланса территории. По данным опроса 313 посетителей заказника «Воробьёвы горы» 59% опрошенных в первую минуту испытывают восторг от подсветки природной территории. Однако из-за быстро меняющейся цветовой гаммы ощущение восторга исчезает на третьей минуте. При этом даже потерявшие зрение и слабовидящие люди (данные опроса 55 человек в рамках стажировки в музее темноты «Сенсориум») положительно воспринимают только два цвета спектра подсветки, а именно, зеленый и голубой.

За последние десятилетия в России широкое распространение получило освещение городских общественных пространств. Бурный рост числа светоточек вывел Москву в пятерку наиболее ярко освещенных городов мира с крайне агрессивной световой средой. В период с 2014-2023 гг. в т.ч. и на территории заказника «Воробьёвы горы» в значительной степени изменился уровень освещенности (Приложение 14, рис. 9).

В России есть большой опыт реализации технических и организационных решений по снижению и устранению масштабных экологических проблем. Однако

нормы освещения на территории ООПТ/рекреационных зон и нормы контроля светового загрязнения в российском законодательстве не разработаны. При этом Международная комиссия по освещению (МКО) предлагает для природных зон E0 и E1 (национальные парки), более жесткие нормы освещения, чем для зон в пределах городской среды. Здесь устанавливаются требования к доле светового потока светильника, которая излучается выше линии горизонта, а также к силе света каждого источника в потенциально слепящем направлении, максимальному значению вертикальной освещенности, времени полного выключения освещения. Требования ко всем этим показателям в рекомендациях МКО гораздо более строгие, чем в стандартах, не учитывающих световое загрязнение [24]. Природная территория заказника «Воробьёвы горы» по международным стандартам должна быть отнесена к зонам E0 и E1 [10], при этом в настоящее время на ней наблюдается чрезмерная освещенность в вечернее и ночное время, превышающая уровень естественной освещенности (0,3лк) в 5-20 раз. Особенно явно это выражено в местах установки групп фонарей и разнонаправленных разноцветных фонарей. Следовательно, **гипотеза о чрезмерной освещенности природной территории заказника подтверждена.**

#### РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В качестве метода уменьшения светового загрязнения на территории заказника необходимо применять приборы регулирования интенсивности светового излучения в разные сезонные и временные периоды.
2. Освещение должно осуществляться путем четкого функционального зонирования природной территории и сохранения допустимого уровня ее освещенности не более 0,3лк в ночное время.
3. На природной территории заказника рекомендуется использовать принцип комендантского часа, который позволяет регулировать режим работы декоративного наружного освещения, но не распространяется на освещение для обеспечения безопасности.
4. Рекомендуется рассмотреть вопрос установки вдоль настилов на природной территории заказника «Воробьёвы горы» красного уличного освещения. Это поможет снизить влияние чрезмерного искусственного освещения на птиц, которые являются

трихроматами (воспринимают сине-зеленый (430 нм), желто-красный (530 нм) спектр УФ излучения). Такой проект успешно реализуется в Дании (Приложение 15, рис. 10) и направлен на создание наилучших условий для разных организмов и сохранение биоразнообразия (цель устойчивого развития ООН №15).

5. Учитывая серьезную антропогенную нагрузку на природную территорию заказника «Воробьёвы горы» (посещаемость 2 млн. человек ежегодно) необходимо применение индивидуального подхода к ее освещенности, например использование боллардов (светодиодный столбик, используемый для освещения дорожек) и акцентных светильников с датчиками времени работы и движения.

6. В связи с тем, что на природных и особо охраняемых природных территориях повсеместно используется искусственное освещение в сумеречное и ночное время суток, необходимо проведение детальных исследований по влиянию светового загрязнения на экосистемы и внесение поправок в соответствующее законодательство РФ по организации освещения на природоохранных территориях.

## **ВЫВОДЫ**

1. Согласно анализу литературных и нормативных источников, в России не разработаны нормативы по уровню освещенности на территориях ООПТ/ рекреационных зон.

2. Уровень освещенности для 11 точек территории заказника «Воробьёвы горы» при разных типах покрова (снежный покров, прошлогодняя листва) соответствуют российским нормативам для объектов Пб (боковые аллеи и вспомогательные входы парков административных округов), которые составляют не менее 1лк (минимальное освещение). При этом в местах расположения групп фонарей (площадка около эскалаторной галереи и разноцветные разнонаправленные фонари) зафиксирована максимальная освещенность, соответствующая 20,3лк.

3. Согласно нормам Международной комиссии по освещению (СIE) на территории заказника «Воробьёвы горы» при нормативе 0,3лк (естественная освещенность в ночное время при полной луне и безоблачном небе) наблюдается чрезмерная освещенность в вечернее и ночное время, превышающая уровень естественной освещенности в 5-20 раз (10/20лк), кроме точек Т1 (экологическая тропа 012/0,08лк) и

T9 (фоновая точка 0,07/0,03лк). Также в заказнике «Воробьёвы горы» зарегистрированы разные типы светового загрязнения: световые купола/нарушение границ освещения (группы фонарей) и чрезмерное освещение (группы разнонаправленных разноцветных фонарей).

4. По результатам проведенного анкетирования посетителей заказника «Воробьёвы горы» (313 человек), только 22% из них рассматривают разноцветную подсветку деревьев как представляющую экологическую опасность для его флоры и фауны, что говорит о том, что население мало информировано о последствиях светового загрязнения. При этом, из всего количества опрошенных, гости столицы возрастной категории «молодежь» в большей степени осознают потенциальную экологическую опасность от разноцветной подсветки природной территории. Среди опрошенных посетителей заказника «Воробьёвы горы» (313 чел.) 98% чувствуют себя комфортнее при постоянной освещенности, но без ярких вспышек.

5. Из всех цветов спектра подсветки на природной территории заказника «Воробьёвы горы» только зеленый и голубой цвета вызвали 100% положительные ассоциации у 55 респондентов (зрячих, слабовидящих и потерявших зрение людей) опрошенных в рамках стажировки в музее темноты «Сенсориум». Процент позитивных ассоциаций при восприятии розового, оранжевого и желтого цветов выше процента негативных, а восприятие фиолетового цвета вызывает в основном негативные ассоциации.

6. Предложены основные рекомендации по снижению уровня освещенности на природной территории заказника «Воробьёвы горы», в т.ч. сохранение допустимого уровня освещенности территории, введение принципа комендантского часа, установка боллардов и акцентных светильников с ограничением времени их работы.

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ:**

1. Картографирование территории природного заказника «Воробьёвы горы» для детального понимания степени освещенности существующих функциональных зон и предложения рекомендаций по снижению световой нагрузки на них.

2. Продолжение измерений «светового загрязнения» для сбора статистических данных на природной территории заказника.

3. Изучение международного законодательства по «световому загрязнению» для понимания применимости международных норм по освещенности для ООПТ в РФ.
4. Представление результатов исследования руководству заказчика «Воробьёвы горы»

### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Выражаю огромную благодарность моему научному руководителю, Таранец Ирине Павловне, к.б.н. с.н.с. музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова, гл. спец. Экоцентра «Воробьёвы горы» за помощь на всех этапах подготовки работы, а также за высококвалифицированные и объективные правки, которые позволили выявить недостатки и глубже понять значение выполненной мной работы, Семеновой Ирине Владиславовне, руководителю кафедры экологии АНО ОШ ЦПМ за консультацию по вопросам проведения количественных маркетинговых исследований, Попову Алексею Леонидовичу за консультацию по вопросам освещения, светоотражения и распространения света на территории заказчика «Воробьёвы горы», а также Марголиной Ирине Леонидовне, к.г.н, старшему научному сотруднику кафедры рационального природопользования географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова за предоставленный для измерения уровня освещенности люксметр ILM 1332A. Кроме того, хочу поблагодарить мою маму, которая сопровождала меня на территории заказчика «Воробьёвы горы» в ночное время для проведения измерений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Влияние глобального светового загрязнения на экосистемы: что делать?», программа ООН по окружающей среде, 13.03.2020. Режим доступа: <https://www.unep.org/ru/> (дата обращения: 30.06.2024).
2. Чурсина М.А. «Световое загрязнение и его воздействие на окружающую среду»//XIV Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Россия молодая», даты проведения 19-22 апреля 2022 г, доклад.
3. Марфенин Н.Н. «Устойчивое развитие человечества». – М.: Издательство МГУ, 2007. – С. 392-425.
4. Майер В.В. «Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования». – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 232 с.
5. Лукьянов Л.Е., Красовская Т.М. «Изучение светового загрязнения окружающей среды на разных масштабных уровнях», Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/358462191\\_Study\\_of\\_light\\_pollution\\_at\\_different\\_scale\\_levels](https://www.researchgate.net/publication/358462191_Study_of_light_pollution_at_different_scale_levels) (дата обращения 01.05.2024)
6. Световое загрязнение: определение, виды, причины и последствия. Режим доступа: <https://cleanbin.ru/problems/light-pollution> (дата обращения 01/05/24).
7. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. «Биосфера и физические факторы. Световое загрязнение окружающей среды». Режим доступа: <https://rshu.ru/university/notes/archive/issue33/uz33-84-101.pdf> (дата обращения 01.05.2024)
8. Ибрагимова А.А. «Проблема светового загрязнения в современном светодизайне»//ФГОБУВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Всероссийский форум молодых исследователей «Дизайн и искусство – стратегия проектной культуры XXI века», 2021.
9. Световое загрязнение окружающей среды. Режим доступа: <https://www.trudohrana.ru/article/104300-23-m3-svetovoe-zagryaznenie-okrujayushchey-sredy> (дата обращения 30.06.24).

10. Международная ассоциация темного неба. Режим доступа: <https://darksky.org/> (дата обращения 20.07.24).
11. Люксметр: зачем нужен и где используется. Режим доступа: <https://www.powertool.ru/info/articles/lyuksmetr-zachem-nuzhen-i-gde-ispolzuetiya/> (дата обращения 30.06.24).
12. СП 52.13330.2016. Свод правил. «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 (с изменениями на 28.12.2021 Режим доступа: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/7178/SP52133302016EstestvennoeiiskysstvennoeosveshenieAktyalizirovannayaredakciyaSNiP23-05-95\\_Tekst.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/7178/SP52133302016EstestvennoeiiskysstvennoeosveshenieAktyalizirovannayaredakciyaSNiP23-05-95_Tekst.pdf) (дата обращения 12.05.24).
13. Таранец И.П. «Воробьёвы горы» – заповедные и антропогенные»//Заповедные острова. Режим доступа: <https://www.wildnet.ru/magazine-zapoved-islands/29/176/> (дата обращения: 01.05.2024).
14. Таранец И.П., Алексеева В.А. «Охрана природы на Воробьёвых горах: прошлое и настоящее»//Жизнь Земли, Т. 44, № 3. – С. 319-333.
15. Age Periods Of Human Life. Режим доступа: <https://journals.scholarpublishing.org/index.php/ASSRJ/article/view/2924> (дата обращения 07.04.24)
16. International Comission on Illumination. Режим доступа: [http://www.cie.co.at/index\\_ie.html](http://www.cie.co.at/index_ie.html) (дата обращения 01.10.24)
17. EXTERIOR LIGHTING GUIDE. Режим доступа: [https://cltc.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk12206/files/media/documents/2010\\_DOE\\_FE\\_MP\\_Exterior\\_Lighting\\_Guide.pdf](https://cltc.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk12206/files/media/documents/2010_DOE_FE_MP_Exterior_Lighting_Guide.pdf) (дата обращения 01.10.24)
18. Lightpollutionmap. Режим доступа: <https://lighttrends.lightpollutionmap.info/#zoom=10&lon=37.60663&lat=55.76226> (дата обращения 01.10.24)
19. Подсветка в заказнике «Воробьёвы горы не законна. Режим доступа: [https://ecodelo.org/rossiyskaya\\_federaciya/moskva/43939-podsvetka\\_v\\_zakaznike\\_vorobevy\\_gory\\_ne\\_zakonna](https://ecodelo.org/rossiyskaya_federaciya/moskva/43939-podsvetka_v_zakaznike_vorobevy_gory_ne_zakonna) (дата обращения 30.08.24).

20. Подсветка архитектурных форм МОНАРК. Режим доступа: <https://monark.su/solutions/landshaftnaya-podsvetka/> (дата обращения 01.10.24)
21. Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2024 года. Федеральная служба государственной статистики (27 апреля 2024).
22. Выборка. Размер - не главное. Или главное. Режим доступа: <https://scanmarket.ru>. (дата обращения 06.07.24)
23. Brain Responses to Violet, Blue, and Green Monochromatic Light Exposures in Humans: Prominent Role of Blue Light and the Brainstem Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001247> (дата обращения 05.10.2024)
24. Чиримисина Д, Колгушкина С. «Световое загрязнение: как уменьшить негативное влияние». Режим доступа: <https://dlinavolny.ru/light-pollution-how-to-reduce-the-negative-impact/> (дата обращения 05.10.2024)

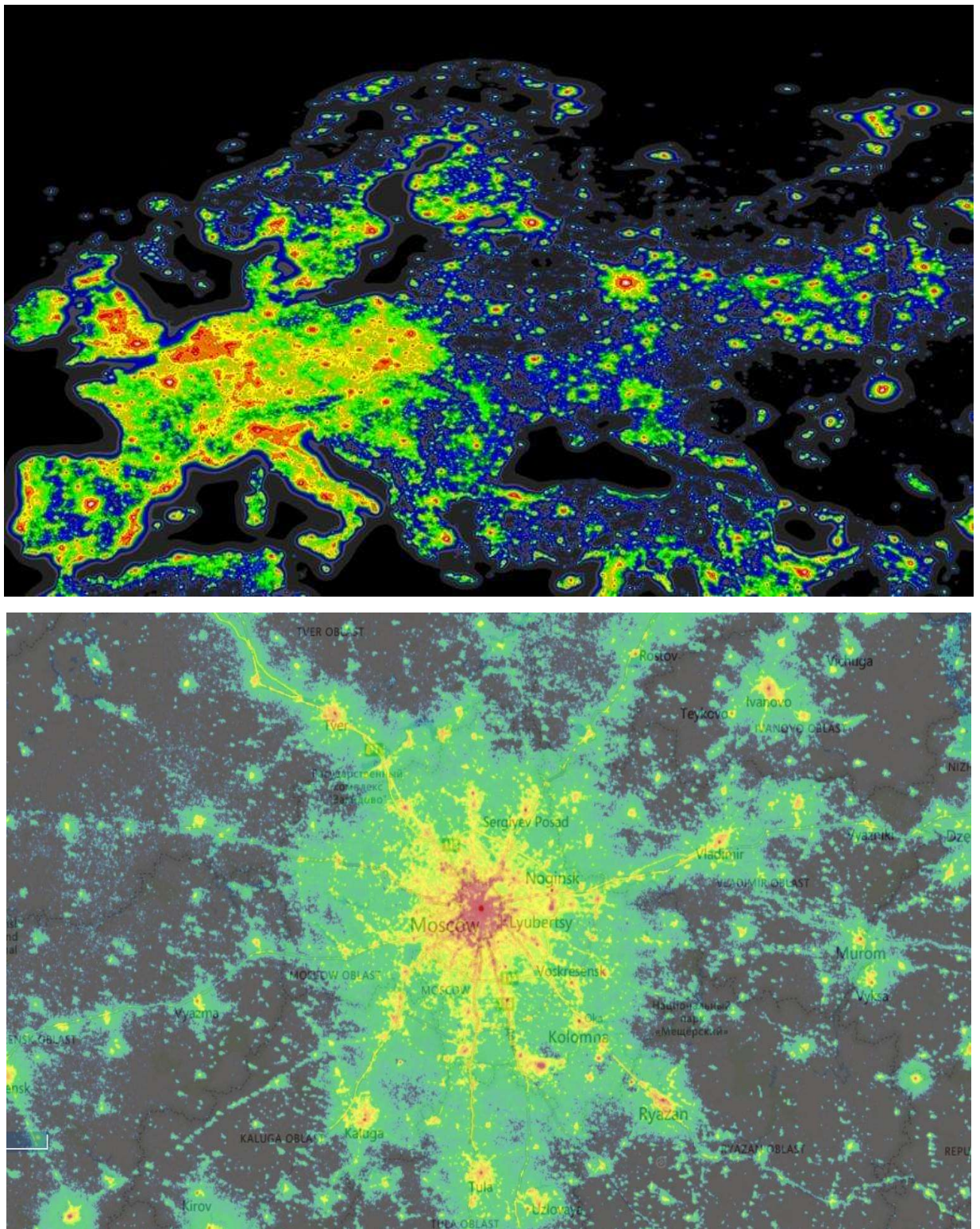


Рис. 5. Световое загрязнение (Евразия и Москва)  
(<https://www.lightpollutionmap.info>)

Таблица 1. Классификация и нормируемые показатели для пешеходных пространств (СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 (с изменениями на 28.12 2021) стр. 64  
([https://www.mos.ru/upload/documents/files/7178/SP52133302016EstestvennoeiiskysstvennoeosveshenieAktualizirovannayaredakciyaSNIp23-05-95\\_Tekst.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/7178/SP52133302016EstestvennoeiiskysstvennoeosveshenieAktualizirovannayaredakciyaSNIp23-05-95_Tekst.pdf))

Класс объекта по освещению	Освещаемые объекты	Нормируемые показатели (лк), не менее	
		Е <sub>ср</sub>	Е <sub>0</sub>
П1	Площадки перед входами культурно-массовых, спортивных, развлекательных и торговых объектов	20,0	0,30
П2	Главные пешеходные улицы исторической части города и основных общественных центров административных округов, непроезжие и предзаводские площади, посадочные площадки общественного транспорта, детские площадки и места отдыха во дворах	10,0	0,30
П3	Пешеходные улицы; главные и вспомогательные входы парков, санаториев, выставок и стадионов	6,0	0,20
П4	Тротуары, отделенные от проезжей части дорог и улиц; основные проезды микрорайонов, подъезды, подходы и центральные аллеи детских, учебных и лечебно-оздоровительных учреждений	4,0	0,20
П5	Второстепенные проезды, дворы и хозяйственные площадки на территориях микрорайонов, боковые аллеи и вспомогательные входы общегородских парков, и центральные аллеи парков административных округов	2,0	0,10
П6	Боковые аллеи и вспомогательные входы парков административных округов	1,0	0,10

**Примечание:** таблица из свода правил, буквы – принятый в своде правил классификатор объекта

Таблица 2. Типы садово-парковых светильников,  
(<https://krsk.strukturasveta.ru/solutions/parkovoe-osveshchenie/>)

Тип лампы	Достоинства	Недостатки
Лампа накаливания	Стабильный световой поток, широкий диапазон мощностей, небольшой размер	Неустойчивость к перепадам напряжения, высокое потребление электроэнергии
Натриевые лампы (ДНаТ)	Высокая интенсивность светового потока, стабильность желто-оранжевого света, разные уровни мощности	Высокая чувствительность к перепадам температур, недолговечность
Галогеновые	Хороший световой поток, качественная цветопередача	Высокая чувствительность к скачкам напряжения
Светодиодные (LED)	Высокая энергоэффективность, устойчивость к скачкам напряжения, долговечность	Работают в диапазонах от -60 до +60 градусов Цельсия, но могут реагировать на резкие температурные изменения



Таблица 3. Точки проведения измерений на территории ООПТ «Воробьёвы горы»  
(03.03.-03.05.2024 гг.)

№ точки	Координаты	Особенности точки измерения	Кол-во светильников в зоне измерения	Тип светильников	Направленность и цвет освещения
T1	55°42'28"N 37°33'13"E	Экологическая тропа «На склонах Воробьёвых гор» (старовозр. лес)	1	светодиодный	Вниз, белый
T2	55°42'29"N 37°33'14"E	Площадка около эскалаторной галереи (старовозр. лес +подрост)	6	светодиодный	Вниз, белый
T2-3	55°42'30"N 37°33'15"E	Нижний ярус экологической тропы «На склонах Воробьёвых гор» (старовозр. лес +подрост)	1	светодиодный	Вниз, белый
T3	55°42'32"N 37°33'11"E	Спуск к Москве реке напротив стадиона Лужники – разноцветное освещение (старовозр. лес +подрост)	12	светодиодный	Вверх, 7 цветов
T4	55°42'32"N 37°33'25"E	Метромост (молодой лес+подрост)	2	лампа накаливания	В разные стороны, желтый
T5	55°42'34"N 37°33'25"E	Верхняя набережная (молодой лес+подрост)	2	светодиодный	Вниз высокий фонарь, вверх – низкий, белый
T6	55°42'36"N 37°33'15"E	Нижняя набережная (деревьев нет)	1	светодиодный	Вниз, белый
T7	55°42'34"N 37°33'52"E	Нижний ярус экологической тропы «На террасах Воробьёвых гор» (старовозр. лес +подрост)	12	светодиодный	Вверх, 7 цветов
T7-8	55°42'34"N 37°33'52"E	Подъем от нижней набережной (старовозр. лес +подрост)	2	светодиодный	Вниз, белый
T8	55°42'33"N 37°35'56"E	Средний ярус экологической тропы «На террасах Воробьёвых гор» (старовозр. лес +подрост)	3	светодиодный	Вниз, белый
T9	55°42'30"N 37°33'53"E	Фоновая точка	0	-	-

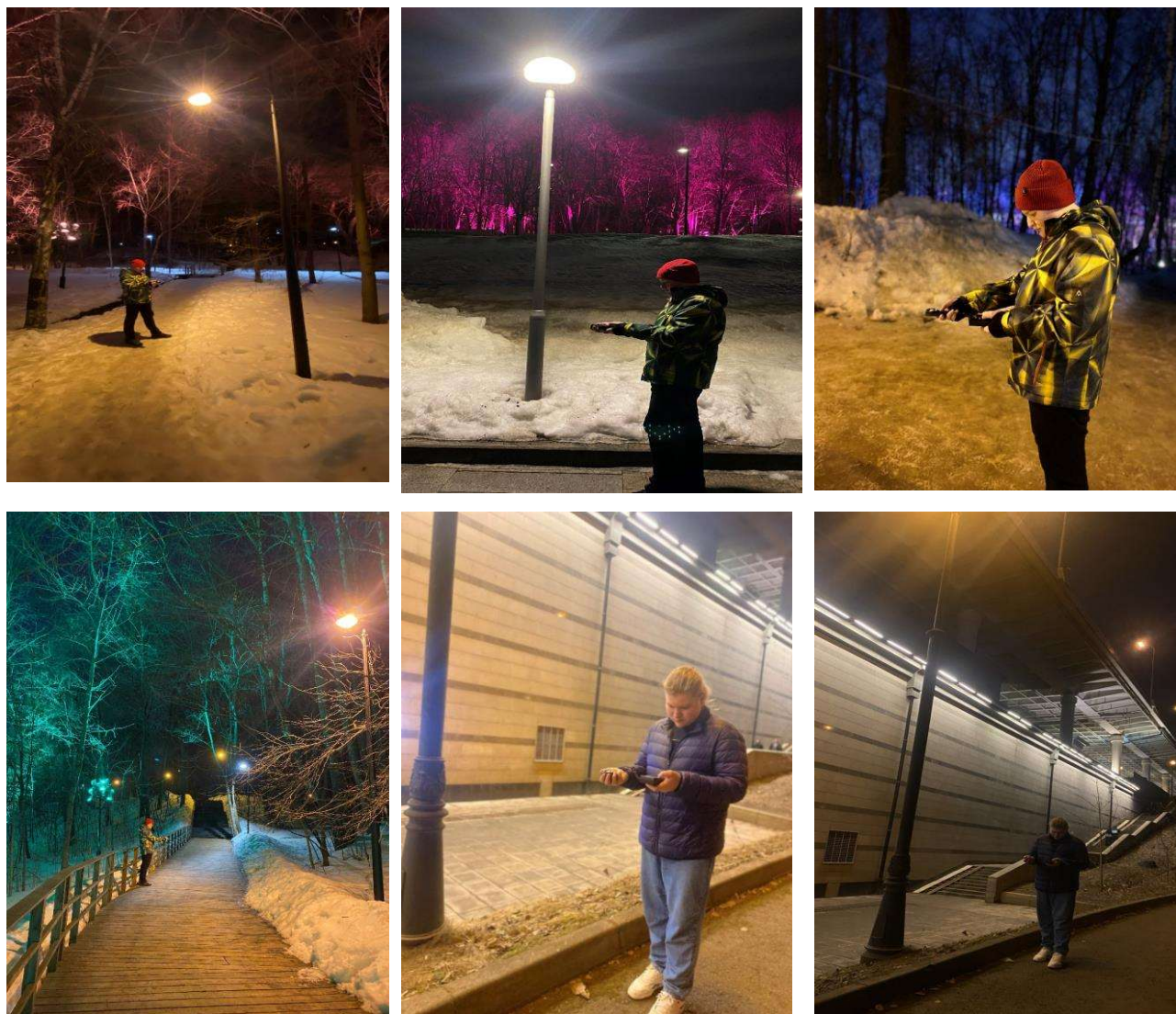


Рис 6. Проведение измерений уровня освещенности на территории ООПТ «Воробьёвы горы»

Таблица 4. Погодные условия при проведении измерений на территории ООПТ «Воробьёвы горы» (данные получены из приложения для IOS Термометр)

<b>Дата</b>	<b>Температура (°C)</b>	<b>Влажность воздуха</b>	<b>Осадки</b>	<b>Давление (мм рт ст)</b>
03.03.2024	+3	73%	нет	759
16.03.2024	+6	82%	нет	751
29.03.2024	+8	85%	нет	739
08.04.2024	+15	77%	нет	748
03.05.2024	+9	37%	нет	750

Таблица 5. Результаты измерений уровня освещенности при снежном покрове (03.03.2024, 16.03.2024, 29.03.2024 г.)

Снежный покров	T1	T2	T2-3	T4	T5(1)	T5(2)	T6	T7-8	T8	T9
Средняя освещенность точки (люкс)	0,06	16,2	10,5	3,7	10,6	5,1	13,4	11,0	6,3	0,07
Теплота света точки	4769	2511	3363	2680	3215	4045	3975	2587	5807	4390

Примечание: T1 - 9 – обозначение точек измерений

Таблица 6. Результаты измерений уровня освещенности при прошлогодней листве (08.04.2024 г., 03.05.2024 г.)

Прошлогодняя листва/трава	T1	T2	T2-3	T4	T5(1)	T5(2)	T6	T7-8	T8	T9
Средняя освещенность точки (люкс)	0,04	8,3	10,5	3,3	3,9	2,9	15,8	9,8	7,9	0,03
Теплота света точки	5518	2686	3265	2686	2981	3482	3656	2650	2719	3361

Примечание: T1 - 9 – обозначение точек измерений

Таблица 7. Результаты измерений уровня освещенности разнонаправленных цветных фонарей (03.03.2024 г., 16.03.2024 г., 29.03.2024 г.)

Снежный покров	зеленый	голубой	фиолетовый	розовый	оранжевый	желтый
Средняя освещенность точки (люкс)	15,3	15,9	17,1	16,6	18,5	16,9
Теплота света точки	3193	6584	6830	6430	4264	3352

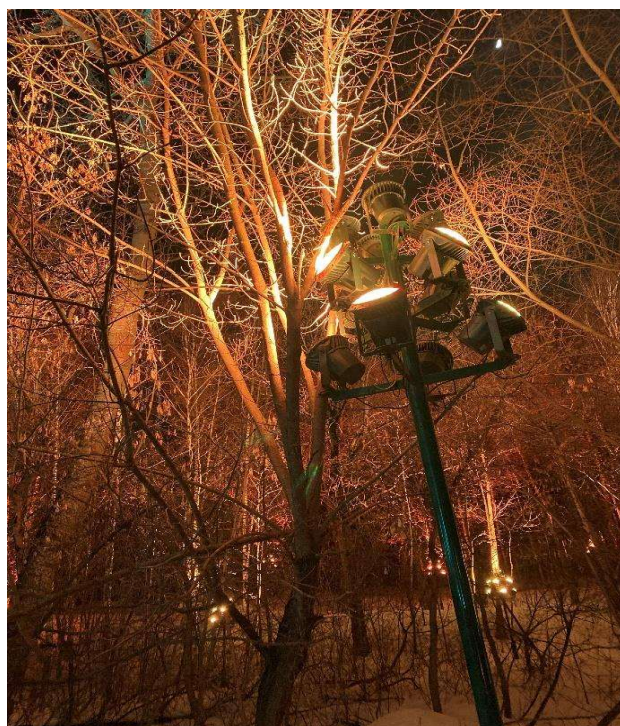
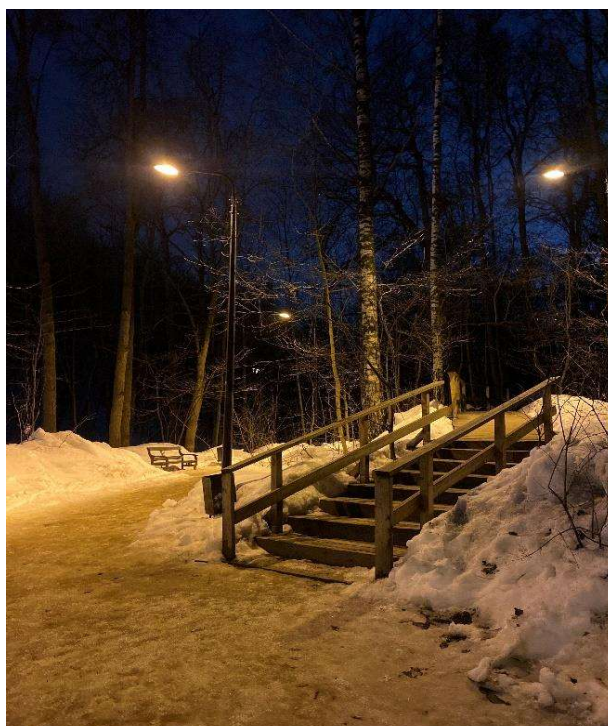
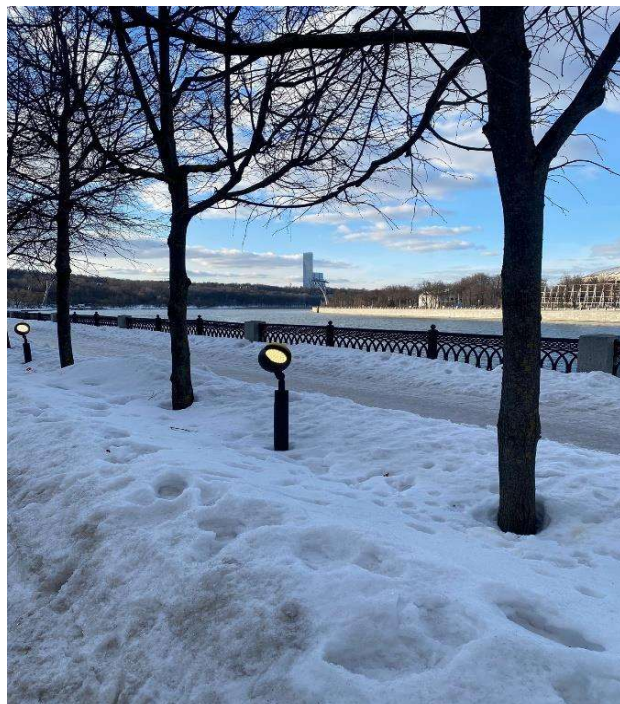
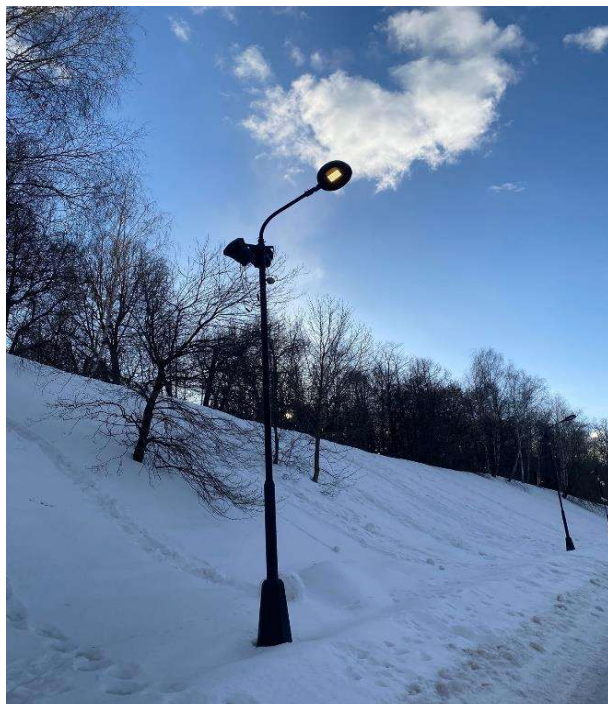


Рис.7. Типы фонарей на территории заказника «Воробьёвы горы»

Таблица 8. Зоны наружного освещения

(<https://darksky.org/resources/guides-and-how-tos/lighting-zones/>)

Зона наружного освещения	Характеристики	Примеры
Зона 0(LZ0/E0) – естественно-темная	не требуется постоянное освещение, освещенность и период эксплуатации ограничены. Световое воздействие может нарушать биологические циклы флоры и фауны и рекреационное назначение объекта. При любом постоянном освещении в этой зоне должен быть особый контроль	заповедные зоны, парки дикой природы, заказники, зоны вблизи астрономических обсерваторий и все, что относится к участкам, на которых освещение будет оказывать серьёзное и негативное воздействие на окружающую среду
Зона 1(LZ1/E1) – низкая яркость	требуется низкий уровень искусственного освещения	коттеджные поселки, центры сельских поселений, бизнес-парки, коммерческие, промышленные или складские помещения с ограниченной активностью в ночное время, благоустроенные территории в парках и других природных зонах
Зона 2(LZ2/E2) – умеренная яркость	требуется умеренный уровень искусственного освещения. Освещение обычно используется для обеспечения безопасности и удобства	многофункциональная застройка с преобладанием жилых помещений, многоквартирные жилые дома, школы, больницы, отели.
Зона 3(LZ3/E3) – средняя яркость	требуется умеренно-высокий уровень освещенности	зоны в пригородах с высокой интенсивностью движения, центры городов, объекты с высокой активностью в ночное время
Зона 4(LZ4/E4) – высокая яркость	требуется очень высокий уровень искусственного освещения. Освещение считается необходимым для обеспечения безопасности	промышленные зоны

Таблица 9. Дополнительные зоны освещенности для национальных парков  
([https://darksky.org/app/uploads/2016/05/GrandCanyonNP\\_LMP.pdf](https://darksky.org/app/uploads/2016/05/GrandCanyonNP_LMP.pdf))

Зона наружного освещения	Характеристики	Примеры
(NDZ) - зона естественного затемнения	не допускается постоянное освещение. Естественно-освещенные ландшафты. Ночная среда обитания диких животных максимально защищена. Временное портативное освещение небольшого размера (фонарики налобные/портативные разрешается использовать только в тех случаях, когда это необходимо для работы персонала)	незастроенные территории парков, участки дикой природы.
LZ00 – зона с минимальным уровнем освещенности окружающей среды	Стационарные светильники искусственного освещения используются только для обеспечения безопасности человека. Постоянное освещение используется только в зонах безопасности	благоустроенные кемпинги, территории, автостоянки с ограниченным использованием в ночное время, открытые амфитеатры, жилые помещения для сотрудников парка, административные или ремонтные объекты с нечастой ночной активностью.

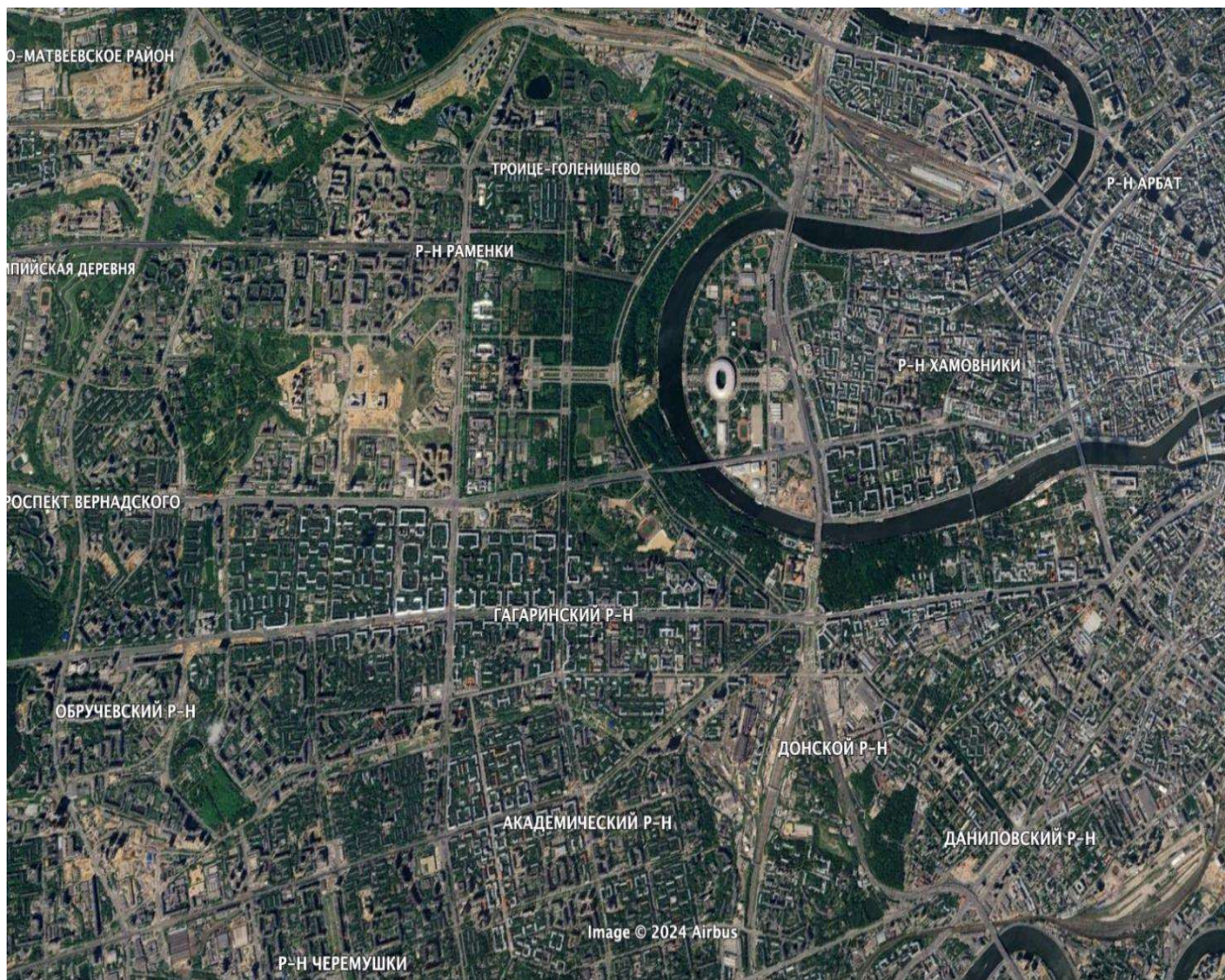


Рис.8. Местонахождение ООПТ «Воробьёвы горы»

Таблица 10. Результаты анкетирования посетителей ООПТ «Воробьевы горы»

<b>Всего опрошено – 313 человек</b>	
Молодежь	46%
Средний возраст	43%
Пожилые	11%
Жители Москвы	57%
Впервые посещают заказник	45%
Приехали специально посмотреть на подсветку	43%
Освещение нравится	59%
Осведомленность о нахождении на территории ООПТ	22%
Экологическая опасность	21%

Таблица 11. Понимание экологической опасности разноцветного освещения среди возрастных категорий

<b>Понимание экологической опасности разноцветного освещения</b>		
<b>Молодые</b>	Жители Москвы	23%
	Жители других городов	29%
<b>Средний возраст</b>	Жители Москвы	22%
	Жители других городов	12%
<b>Пожилые</b>	Жители Москвы	15%
	Жители других городов	14%



Автономная некоммерческая организация «Общеобразовательная школа Центра педагогического мастерства»

## ШКОЛА ЦЕНТРА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА

129272, Москва, Олимпийский проспект, д.11 стр.1. ИНН 9702004203, ОГРН 1197700011640,  
КПП 770201001, эл. почта: info@school-cpm.ru, тел: +7(495)689-63-38

### Рекомендательное письмо

Подтверждаем, что Наумкин Дмитрий Александрович принял участие в программе стажировок Школы ЦПМ в 2023/2024 учебном году. В рамках программы был разработан и представлен проект «Исследование влияния темноты на человека» для партнера школы — Музея в темноте «СЕНСОРИУМ».

В рамках программы стажировки Дмитрий провёл глубокое исследование, проанализировал полученные данные и представил промежуточные результаты работы. В дальнейшем эти результаты будут апробированы и представлены на конкурсах и олимпиадах.

Благодаря своему усердию, ответственности и профессионализму Дмитрий зарекомендовал себя как перспективный молодой специалист и получил положительные отзывы от представителей музея.

С уважением,  
Андросов Александр Александрович



Таблица 12. Анализ цветовых ассоциаций

<b>Цвет</b>	<b>Ассоциации позитивные</b>	<b>Ассоциации негативные</b>
Зеленый	свежесть, тепло, дружелюбие, умиротворение, радость, надежность, гармония, безмятежность, спокойствие	нет негативных ассоциаций
Голубой	прохлада, тишина, свежесть, нежность, легкость, свобода, спокойствие, перспектива, бесконечность, глубина, любовь, благодать	нет негативных ассоциаций
Фиолетовый	энергия, магия, нежность	двойственность, консерватизм, искусственность, безумие, грусть, страх, холод, неприятие, недоумение
Розовый	Любовь, доверие, праздник, удовольствие, восхищение	глупость, приторность
Оранжевый	отдых, энергия, уверенность, праздник, тепло, свежесть, общительность, радость, веселье	тревога
Желтый	радость, детство, жизнерадостность, солнце, беззаботность, счастье, спокойствие, солнечность	опасность, трусость, тревога, неприязнь, разлука

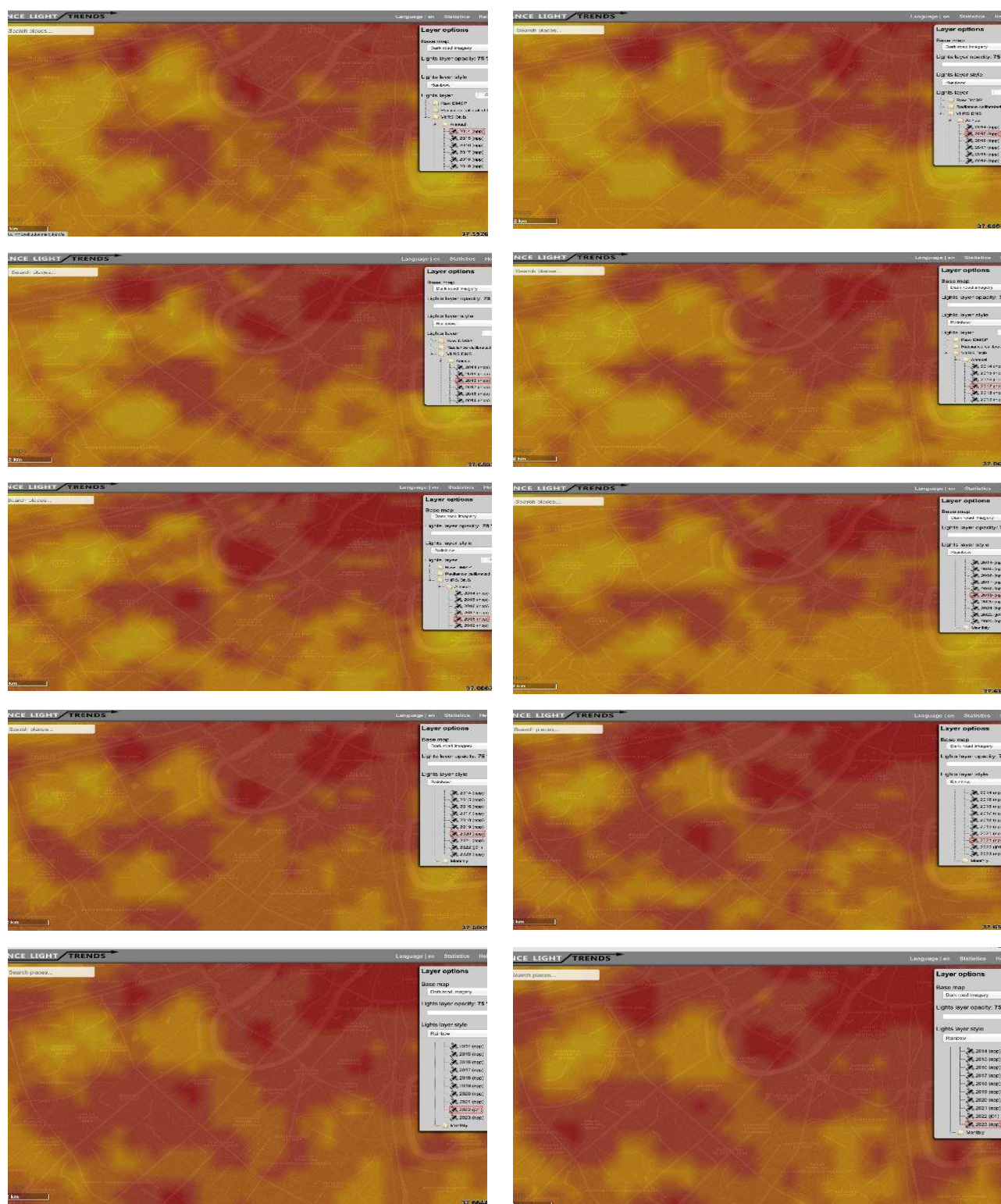


Рис. 9. Изменение уровня освещенности на территории заказника «Воробьевы горы» в период 2014-2023 гг.

(<https://lighttrends.lightpollutionmap.info/#zoom=10&lon=37.60663&lat=55.76226>)



Рис.10. Красное уличное освещение вдоль улицы Frederiksborgvej, предназначенное для защиты животных  
(<https://afry.com/en/newsroom/news/gladsaxe-municipality-in-denmark-switches-bat-friendly-lighting>)