



DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-4-562-584

УДК 504.03: 504.05

ПРОЕКТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КАМПУСА РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ДРУЖБЫ НАРОДОВ

А.П. Хаустов, М.М. Редина, А.М. Алейникова, Р.Х. Мамаджанов, П.Ю. Силаева

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Обосновываются основные задачи и содержание экологического мониторинга кампуса РУДН. Вуз представляет результаты своей работы в ежегодном международном рейтинге Green Metric World University Ranking. РУДН успешно стартовал в рейтинге в 2015 г., а с 2017 г. является национальным координатором этой программы в России. Кампус находится в зоне интенсивной автомобильной транспортной нагрузки, поэтому разработанная программа экологического мониторинга учитывает эту специфику. Приводятся сведения о команде, выполняющей проект, и о наличии приборной базы, необходимой для его выполнения. Сеть мониторинга охватывает различные функциональные зоны кампуса, а также прилегающую лесопарковую зону, выбранную в качестве фоновой. В результате обработки массивов данных по характеристикам окружающей среды кампуса были рассчитаны уровни антропогенной нагрузки для функциональных его зон. В дальнейшем по мере накопления информации границы функциональных зон и техногенных нагрузок будут корректироваться (как и содержание мониторинга). Проведены расчеты выбросов различного вида автотранспорта по одной из магистралей, замеры радиационной обстановки, уровня шума, типовых загрязнителей автомобильных выбросов в атмосферу в различные периоды года. Выполнена геохимическая съемка снегового покрова в целях оценки накопления полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Построены карты загрязнения атмосферы и снегового покрова, оценены значения превышения нормативных показателей, проведено обследование состояния растительности в начале и конце вегетационного периода. Полученные данные свидетельствуют об относительно благополучной экологической обстановке на территории кампуса и необходимости дальнейшего проведения мониторинга с помощью более высокоточных аналитических методов анализа природных сред, а также разработке моделей для прогноза изменения компонентов экосистемы кампуса. Такие модели позволят выявить тренд поведения на основе биоиндикации загрязнений (ландшафтно-деструктивных изменений) в условиях специфических воздействий сжигаемых нефтепродуктов и другими видами городского загрязнения. Планируется проведение инвентаризации и паспортизации зеленых насаждений кампуса с последующей объектно-ориентированной оценкой растительности, состояния почв в условиях меняющихся потоков атмосферных загрязнений и эмиссий автомобильного транспорта. В качестве инструмента предложено создание информационно-аналитической системы.

Ключевые слова: РУДН, кампус, мониторинг, загрязнение, транспорт, модели, нефтепродукты, атмосфера, снег, почвы, растительность

Введение

В 1992 г. РУДН стал одним из первых университетов России, где был организован экологический факультет. За прошедшие 25 лет выпущено более 2 тыс.

высококвалифицированных специалистов. Преподаватели и студенты факультета — лидеры в продвижении экологической культуры, новых методов исследований окружающей среды. Коллективом факультета реализованы исследовательские и образовательные проекты по широкому спектру вопросов современной экологии, природопользования, смежных областей. Реализуются инициативные проекты по раздельному сбору отходов на территории кампуса, сформировались профессиональные студенческие объединения экологической направленности. Подготовка экологов осуществляется на всех уровнях высшего образования: в бакалавриате это направления «Экология и природопользование» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», в магистратуре — практико-ориентированные программы в рамках направлений «Экология и природопользование» и «Экономика», а в аспирантуре — «Экология» и «Геоэкология». Ежегодно на факультете обучаются специалисты из не менее чем 15 стран мира. Действуют программы по обмену студентами и проведению стажировок с ведущими государственными вузами Казахстана, Таджикистана, Мексики, Панамы, Китая, Италии.

Помимо реализации образовательных программ и исследовательских проектов значительное внимание в РУДН уделяется продвижению экологической культуры. Университет формирует у будущих экологов (как и представителей других специальностей) представление об экологичности, бережном отношении к природе, возможностях каждого обеспечить на своем уровне устойчивое развитие [2; 9].

Обоснование проекта

РУДН — участник движения зеленых университетов. Современные университеты помимо своей роли центров образования и исследований служат площадками для развития и реализации идей устойчивого развития. Экологичность, ресурсосбережение требуют инновационных подходов, которые в первую очередь должны формироваться именно в образовательных центрах. Поэтому обосновано, что наряду с известными рейтингами эффективности образования и исследований был создан рейтинг экологичности Green Metrics World University Ranking [11]. Его разработчики — представители Университета Индонезии. Основанная Университетом Индонезии Международная партнерская сеть вузов, уделяющих самое пристальное внимание проблемам окружающей среды, объединяет более 600 университетов по всему миру. Вузы представляют результаты своей работы в ежегодном рейтинге. РУДН успешно стартовал в рейтинге в 2015 г., уже в 2016 г. занял 115 место в мире, а в 2017 занимает уже 44-ю строчку рейтинга и является национальным координатором этой программы в России.

Отметим, что вопросы устойчивого развития городов по праву — объекты пристального внимания международных организаций. В частности, это программы ООН Хабитат и ЮНЕП [1]. В этой связи, для территории кампуса, расположенной в черте города, важно осуществлять грамотное управление и поддерживать ее оптимальное состояние.

РУДН — первый вуз, лидер в России, присоединившийся к международному движению зеленых университетов. Несмотря на очень серьезное улучшение по-

казателей РУДН по сравнению с первым годом участия, необходимы новые шаги, развитие новых направлений деятельности, связанных с охраной окружающей среды. Это требует системного подхода к оценке состояния университета с позиций рационального природопользования, в частности — анализа материальных потоков внутри университета и проведение экологического мониторинга территории вуза [7; 10].

Обзор положения с организацией экологического мониторинга и на этой основе разработки дизайнов растительности кампусов ведущих университетов мира указывает на то, что РУДН может завоевать лидирующие позиции в этом направлении. Кроме того, это дает положительный эффект для подготовки специалистов по экологическим специализациям в условиях мегаполисов.

В связи с этим инициативной группой был предложен *проект по экологическому мониторингу кампуса* как основы для формирования экологической политики университета [10]. Проект объединяет эффекты создания практических навыков у студентов, развитие их экологической культуры и создание системы экологического менеджмента в университете. Как национальный координатор программы зеленых университетов, РУДН планирует активное распространение идей устойчивости в вузах России. Далеко не все вузы располагают такой инфраструктурой, как наш университет. Однако наличие озелененной территории — лишь часть условий для признания вуза экологичным. В связи с этим авторы планируют создать информационную систему по учету факторов экологической устойчивости и визуализации результатов оценки кампуса [6]. Это позволит разработать рекомендации по экологизации для других вузов, в частности — приблизить их к использованию стандартов оценки территорий с точки зрения зеленого строительства и других популярных за рубежом направлений строительства и эксплуатации зданий.

Цель мониторинга — обеспечить основу для принятия решений по устойчивому развитию университета, защите природного наследия на основе современных методов мониторинга и дизайна щадящими зелеными технологиями, снижающими последствия техногенеза в условиях мегаполиса.

Существующее положение. Российский университет дружбы народов — одно из немногих в России учебных заведений, располагающих современной кампусной инфраструктурой, что позволяет считать его максимально удобным учебным заведением для обучения и проживания студентов более чем из 150 стран мира. Во многом это обусловлено наличием, спортивных и культурных подразделений и, *главное* — *зеленой зоной кампуса и прилегающего Юго-западного лесопарка*. Службам озеленения университета удалось на протяжении двух десятков лет создать одну из красивейших и комфортных озелененных зон в г. Москве.

Территория кампуса — место «компактного проживания» и работы более 8 тыс. человек. Однако городская сеть мониторинга не позволяет получать детальную информацию о состоянии окружающей среды на территории кампуса, что требует построения собственной системы мониторинга, которая бы максимально учитывала локальные природные особенности и условия техногенной нагрузки.

Особенность создаваемой системы мониторинга — повышенное внимание состоянию зеленых насаждений и почв. Ряд постановлений правительства Мо-

сквы, начиная с 1996 г., призывает к организации мониторинга этой важнейшей компоненты экосистемы города. Современными нормативами рекомендуется не менее 16 м² озелененных территорий общего пользования на одного жителя. Для территорий вузов площадь озеленения должна составлять не менее 30–40%.

Зеленые насаждения и городские леса Москвы — неотъемлемая часть градостроительной структуры Москвы и важнейшая часть ее экологического каркаса. Они входят в систему жизнеобеспечения города как важнейший средообразующий и средозащитный факторы, обеспечивающие комфортность и качество среды обитания человека, и как обязательный элемент городского ландшафта. Растительность в городе выполняет многообразные полезные функции санитарно-гигиенического, почвозащитного и противозерозионного, водоохранного и климатотрегулирующего характера.

Зеленые зоны кампуса РУДН пока еще выполняют экологические и эстетические функции. Однако увеличивающийся техногенный пресс за счет роста и интенсивности движения автомобильного транспорта по Ленинскому проспекту, улицам Миклухо-Маклая, Опарина и Саморы Машела практически «сжал кольцо» постоянных вредных выбросов в атмосферу. Это не могло не сказаться на качестве атмосферы. В периоды неблагоприятных метеорологических условий происходит превышение воздуха по многим нормативам ПДК. Соответственно, из атмосферы происходит загрязнение почв, что приводит к угнетению и гибели растительных сообществ и живого мира. Отрывочные фенологические наблюдения и замеры концентраций вредных выбросов в воздухе подтверждают это.

Опыт Москвы указывает на то, что многие из высаживаемых зеленых насаждений не приспособлены к существующим экологическим условиям, поэтому им необходимо искать замену на более стойкие культуры. Сказанное требует проведения комплексных мониторинговых исследований по специально разработанной программе с построением моделей динамики во времени и пространстве компонентов экосистемы кампуса. Эти модели позволят выявить тренд поведения загрязнений на основе биоиндикации (ландшафтно-деструктивные изменения) в условиях специфических воздействий (модели поведения сжигаемых нефтепродуктов, хлорорганических соединений, металлов и др.).

Традиционно к числу воздействий на зеленые насаждения относятся [8]:

- повышенные уровни загрязнения воздуха, нарушение температурного и водного режимов воздуха и почвы;
- преобразование почвы под влиянием строительства зданий и сооружений и дорожной сети, изменение ее химических и физико-химических свойств, уплотнения в местах высокой рекреационной нагрузки;
- тепловое загрязнение, нарушение гидрологического режима почвы и развитие эрозионно-суффозионных процессов, вызванных неправильными хозяйственными мероприятиями и промышленной деятельностью;
- асфальтовое покрытие улиц и площадей (препятствие для нормального воздухо- и влагообмена в местах посадки и роста деревьев);
- наличие подземных коммуникаций и сооружений в зоне корневой системы деревьев;

— несовершенство технологий уборки снега и борьбы с оледенением; необоснованное применение хлоридов и складирование загрязненного хлоридами снега в местах произрастания растений;

— нарушение напочвенного травянистого покрова и его обеднение, следствием чего является снижение уровня численности энтомофагов и других представителей полезной энтомофауны в городских фитоценозах;

— освещение города в ночное время (как следствие — изменение поведения насекомых-фитофагов, их перераспределение и скопления в пределах зеленых насаждений и их возможное повреждение);

— механические повреждения корней, стволов и крон деревьев;

— нерегулярный уход за городскими зелеными насаждениями.

Таким образом, растительность выступает надежным индикатором экологического состояния и тепло- влагообеспеченности территорий и при всех модельных построениях природных сред и будет рассматриваться как интегральная компонента экосистемы.

Основные источники воздействия. К важнейшим источникам загрязнений относятся отработавшие газы ДВС, содержащие около 200 компонентов с периодом их существования от нескольких минут до в пределах 4—5 лет. Это и определяет состав и сроки экологического мониторинга.

Кроме загрязнения токсичными выхлопами, автотранспорт обуславливает поступление в окружающую среду резиновой пыли и летучих веществ — продуктов износа шин (выделяются вторичные амины и продукты термического распада ускорителей вулканизации, сульфенамиды) и асфальта. При взаимодействии с оксидами азота сульфенамиды способны трансформироваться в канцерогенные N-нитрозамины (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин, N-нитрозодибутиламин, N-нитрозоморфолин). По данным работы [4], их содержание в протекторных резинах изменяется от 2,1 до 34,9 мкг/кг, а в летучих продуктах (с учетом влияния поверхности и вторичных реакций образования) может превышать ПДК для N-нитрозаминов, в воздухе населенных мест — 50 нг/м³. По предварительной оценке, вклад шин в образование N-нитрозаминов составляет 35—40% и сопоставим с вкладом выхлопных газов.

Как источник шумовой нагрузки транспорт также играет ведущую роль. Для территории кампуса университета это особенно актуально в связи близостью крупной магистрали (Ленинский проспект) и интенсивным движением транспорта по трассам, граничащим с территорией университета и непосредственно проходящим по ней. В связи с этим, контроль шумовой нагрузки также является приоритетным.

Возможности реализации проекта

РУДН обладает необходимой структурой учебных подразделений, способных максимально эффективно обеспечить реализацию проекта по мониторингу: экологический факультет (кафедры прикладной экологии, геоэкологии, экологического мониторинга, системной экологии и др., передвижная экологическая лаборатория, стационарные приборы, вспомогательное оборудование и др.); аграрно-

технологический институт (в частности, департаменты ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем и техносферной безопасности); инженерная академия (департамент архитектуры и строительства); факультет физико-математических и естественных наук с химико-аналитическими центрами.

На первом этапе проекта работы проводятся силами коллектива экологического факультета. Лаборатория экологической безопасности экологического факультета РУДН может выполнять следующие виды работ с определением характеристик и параметров: поиск источников радиационного излучения, расчет и измерение дозовой нагрузки и радиационного риска на население и персонал, измерение концентраций радионуклидов в почве, воздухе, воде; измерение концентрации цезия-137 и других радиоизотопов в организме человека; измерение шума от автотранспорта (в том числе на рабочих местах); измерения вибрации, освещенности, напряженности электромагнитного поля, статического электрического поля, теплового поля, климатических факторов, химического состава воздуха; измерение внутренней структуры (плотности и влажности) древесины и древесных изделий.

Получение информации о состоянии сред проводится с применением современного аналитического оборудования: спектрометрический комплекс «МУЛЬТИРАД» (детектор бета-излучения, детектор гамма-излучения); портативный спектрометр типа СКС-99 «Спутник» (детектор альфа-бета-излучения, детектор гамма-излучения, детектор нейтронного излучения); поисковый дозиметр-радиометр МКС/СРП-08А и дозиметр-радиометр ДКГ-08А «Скаут», радиометры радона РРА-01М-03 и РАА-3-01 «АльфаАЭРО»; газоанализатор типа ГАНК-4 АР, шумомеры, приборы для измерения параметров электромагнитного поля (ВЕ-метр), статического электрического поля (СТ-01), измерения вибрации; люксметр-яркомер, приборы для измерения параметров микроклимата, концентрации аэроионов МАС-01; импульсный томограф «АРБОТОМ», тепловизор “SDS HotFind-D”.

Также имеются возможности для проведения инструментального контроля сред на территории университета совместно с центрами коллективного пользования «Физико-химические исследования новых материалов, веществ и каталитических систем» и Центра прецизионных инструментальных методов анализа («ПРИМА») ЦКП (НОЦ) РУДН. В частности, это спектрометрическое оборудование (жидкостной хроматомасс-спектрометр Shimadzu LSMS-8040, хроматомасс-спектрометр ThermoFocus DSQII, спектрометр атомно-абсорбционный Shimadzu AA-7000, комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа Хроматек-Кристалл 5000М, ИК фурье-спектрометр Nicolet 6700 и др.).

Команда проекта: студенты разных курсов экологического факультета, специалисты аналитики и энтузиасты. Научное руководство — ведущие преподаватели РУДН

Состав, сроки и методы реализации проекта исследований. Реализация проектных исследований началась в марте 2017 г. силами инициативной группы студентов и аспирантов под руководством преподавателей экологического факультета и сотрудников Центра коллективного пользования.

Построение системы мониторинга: виды контроля и обоснование параметров наблюдений

Мониторинг (систематические наблюдения) — процесс систематического или непрерывного сбора информации о параметрах сложного объекта. Обычно под мониторингом понимается сбор информации, которая используется в процессе принятия решения, а также, косвенно, для информирования общественности об изменении свойств наблюдаемого объекта. Только лишь сбор информации об объекте, например, с научно-исследовательскими целями, нельзя назвать мониторингом. Так, разовые определения концентраций в атмосферном воздухе при оценках влияния выбросов автотранспорта недостаточны; без оценок их динамики и пространственного распределения принятие управленческих решений мало обосновано [5].

В состав работ по мониторингу кампуса входят стационарные и маршрутные (рекогносцировочные и режимные) наблюдения, проводимые на территории кампуса с искусственным озеленением и в прилегающем Юго-западном лесопарке с относительно естественным лесным покрытием со сложившимся режимом взаимодействия компонентов экосистемы.

Стационарные наблюдения проводятся на выбранных по данным маршрутно-рекогносцировочных работ. Территориально это фенологические площадки в различных частях кампуса, дополненные наблюдениями за состоянием воздуха, солнечной радиации, шума, животного мира, потоками тепла из искусственных источников, интенсивностью движения автотранспорта с расчетами объемов выбросов и др. Кроме этого, с помощью камер наблюдений будут произведены количественные оценки интенсивности движения автотранспорта и количество выбросов вредных веществ на Ленинском проспекте, улицах Миклухо-Маклая, Опарина и Саморы Машела. Такие оценки будут проводиться ежегодно с суточными наблюдениями в различные сезоны с учетом климатических ситуаций.

Маршрутные исследования включают непосредственные замеры состояния в точках кампуса по нескольким профилям для оценки и фиксации параметров наблюдений в точках, обоснования выбора стационарных площадок, картографических построений состояния сред (снежного покрова, воздуха, почв, растительности, радиационного режима, инсоляции, потоков тепла из почв, замеров шума и др.).

Замеры проводятся в соответствии с действующими нормативными документами для обеспечения возможности привязки полученных эмпирических данных к существующим пунктам наблюдений. Кроме этого, полигон будет местом проведения замеров и приложения не стандартных методик оценок состояния сред в целях сопоставления с традиционными методами. На полигонах кампуса планируется проведение лабораторных и полевых практик студентов, а также рабочих встреч специалистов в рамках международного сотрудничества РУДН.

Метеорологические наблюдения включают количественные измерения метеорологических величин (атмосферное давление, температура воздуха и характеристики влажности, скорость и направление ветра, количество осадков, потоки тепла и лучистой энергии, количество облаков и высота их нижней границы,

метеорологическая дальность видимости, толщина гололедных или смешанных отложений и изморози) и регистрацию атмосферных явлений. К ним присоединяются величины, непосредственно не отражающие свойства атмосферы или атмосферных процессов, но тесно связанные с ними: температура поверхности почвы, высота снежного покрова и продолжительность его залегания, длительность солнечного сияния.

Химический состав воздуха определяется отбором проб с помощью респираторов и в реальном масштабе времени (быстродействие лучше 10 мс для приборов, работающих в УФ области спектра, и лучше 80 мс для приборов, работающих в ИК области спектра) для 25 и более газовых компонентов (NO , NO_2 , NH_3 , VТХ , SO_2 , CO , CO_2 , углеводороды и др.) по мере того как автомобили пересекают оптическую трассу перпендикулярную их пути следования. Особое внимание будет уделено концентрации пыли размером PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ на которых интенсивно сорбируются ПАУ и другие загрязнители. К стационарным пунктам будет привязываться информация разовых съемок с различными интервалами осреднения.

Снегомерная геохимическая съемка. Снеговой покров — исключительно благоприятный объект при изучении загрязнения природной среды благодаря его высокой сорбционной способности. Химический состав снегового покрова формируется под влиянием поступления различных примесей вместе с выпадающими атмосферными осадками, поглощения снегом газов из воздуха и оседания из атмосферы твердых частиц, взаимодействия снегового покрова с земной поверхностью (почвенно-растительным покровом). Геохимическая информация сохраняется в снеговом покрове в течение всего периода снегостояния. Проведение геохимической съемки в течение нескольких зимних сезонов позволяет проследить динамику содержания отдельных компонентов в снеговом покрове. Сразу же после таяния и фильтрации определяется состав воды в соответствии с руководством «Унифицированные методы анализа воды». Определяются следующие ингредиенты: pH , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , нефтепродукты и другие мезо- и микрокомпоненты, специфические для выбросов автотранспорта. Результаты снегомерной съемки позволяют количественно оценить техногенную нагрузку на территорию кампуса и состав загрязнителей в зимнее время.

Радиационная съемка в целях выявления и оценки опасности источников внешнего гамма-излучения (определение мощности эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения) включает, прежде всего, опробование почв и грунтов, строений для их экотоксикологической оценки как компонента окружающей среды, способного накапливать значительные количества загрязняющих веществ и оказывать непосредственное влияние на состояние здоровья населения. Опробование рекомендуется производить из поверхностного слоя методом «конверта» (смешанная проба на площади 20—25 м²) на глубину 0,0—0,30 м. Таких ключевых участков будет несколько на территории кампуса и вне его; последние будут считаться фоновыми.

Маршрутная гамма-съемка территории проводится с одновременным использованием поисковых гамма-радиометров (в режиме прослушивания звукового сигнала для обнаружения зон с повышенным гамма-фоном) и дозиметров (из-

мерения МЭД внешнего гамма-излучения в контрольных точках по сетке, шаг которой определяется в зависимости от масштаба съемки и местных условий).

Прочие физические параметры среды, которые контролируются на территории кампуса и в прилегающей зеленой зоне, включают шумовую нагрузку, напряженность электромагнитного поля, параметры теплового поля.

Системы экологического мониторинга развиты во многих современных городах. В частности, московская сеть стационарных постов мониторинга позволяет оценивать состояния сред по данным более чем трех десятков постов и передвижных лабораторий. Однако для обширной территории мегаполиса оценить особенности экологической обстановки определенных объектов бывает затруднительно, хотя их социальная значимость обуславливает потребность в информации. Дополнительные сложности возникают при необходимости оценок специфических загрязнений, например отдельных маркерных веществ, не включенных в городскую систему контроля. Это обуславливает необходимость организации специализированных обследований территорий.

Контроль химических загрязнений. Условно все физико-химические загрязнители территории кампуса РУДН для целей мониторинга разбиваются на следующие группы.

1. Малотоксичные вещества: кислород, водород, водяной пар, углекислый газ и другие естественные компоненты атмосферного воздуха. Акцентируется внимание на углекислом газе в связи с особой ролью в «парниковом эффекте», а также — на кислороде как продуценте растительности кампуса и прилегающих территорий.

2. Моноксид углерода — продукт неполного сгорания нефтяных видов топлива, который не имеет цвета и запаха, легче воздуха. Обладает выраженным отравляющим действием.

3. Оксиды азота, главным образом NO и NO₂. При обычных атмосферных условиях NO полностью превращается в NO₂. Для человека и растительности оксиды азота более вредны, чем угарный газ; общий характер воздействия меняется в зависимости от содержания различных оксидов азота. Оказывают отрицательное воздействие и на растительность, образуя на листовых пластинах растворы азотной и азотистой кислот. Этим же свойством обусловлено влияние оксидов азота на строительные материалы и металлические конструкции. Кроме того, они участвуют в фотохимической реакции образования смога.

4. Углеводороды (УВ). В результате неполного сгорания топлива в двигателе отработавшие газы содержат УВ различных гомологических рядов, всего около 160 компонентов. Особой канцерогенной активностью отличается ароматический углеводород бенз(а)пирен C₂₀H₁₂. Углеводороды под действием УФ-излучения вступают в реакцию с оксидами азота, в результате образуются новые токсичные продукты — фотооксиданты (основа смога; биологически активны, оказывают вредное воздействие на живые организмы, растительность, изделия, ускоряют коррозию металлов).

5. Альдегиды (формальдегид, акролеин и уксусный альдегид).

6. Сажа и другие дисперсные частицы (продукты износа двигателей, аэрозоли, масла, нагар и др.). Наибольший вред сажи — абсорбирование на ее поверхности

бенз(а)пирена и другие ПАУ, которые оказывает более сильное негативное воздействие на организм человека, чем в чистом виде.

7. Сернистые соединения (сернистый ангидрид, сероводород) — образуются при использовании топлив с повышенным содержанием серы.

8. Свинец и его соединения и другие металлы и металлоиды встречаются в отработавших газах карбюраторных автомобилей. В придорожном пространстве примерно 50% выбросов свинца в виде микрочастиц сразу распределяются на прилегающей поверхности. Остальное количество в течение нескольких часов находится в воздухе в виде аэрозолей, а затем также осаждается на землю вблизи дорог. В настоящее время свинец не применяется, но его остаточные следы, как и других токсичных присадок, могут сохраняться длительное время в средах.

Особое внимание уделено контролю маркерных соединений — *полициклических ароматических углеводородов*. Эти соединения отличаются не только значительной токсичностью (вплоть до канцерогенных и мутагенных эффектов), но и стойкостью в окружающей среде. Многочисленными исследованиями подчеркивается важность контроля обширной группы ПАУ: рекомендации Агентства по охране окружающей среды включают 16 веществ, в Европе рекомендованы к контролю в средах четыре ПАУ; в России имеется норматив лишь для бенз(а)пирена, хотя в последние годы интерес к этим соединениям возрастает и в исследованиях все чаще демонстрируются закономерности распределения 16 УВ. Присутствие этих веществ маркирует влияние определенных техногенных или природных источников. Широко распространены методы идентификации источников загрязнений по индикаторным соотношениям ПАУ (хотя точность таких оценок не всегда достаточна).

Методы оценки состояния растительности. В качестве надежных индикаторов состояния лесов и состояния природной среды используют сумму признаков и интегральных показателей, характеризующих последовательно: 1) состояние деревьев, 2) состояние древостоев и других компонентов лесных биогеоценозов (экосистем), 3) лесных территорий и природно-территориальных комплексов разного ранга.

Состояние деревьев определяется по сумме биоморфологических признаков: густоте и цвету кроны, ее охвоенности (облиственности), определяемых по четырем или пяти градациям, цвету и поврежденность хвои (листвы), некрозами инфекционного и неинфекционного характера, членистоногими (насекомыми и клещами) и патогенами, относительным приростам побегов и ствола, возрасту сохраняющейся на побегах хвои (среднему и предельному), наличию сухих ветвей, состоянию коры и луба. На основании, дополняющих перечисленные показатели и признаков, устанавливается категория состояния дерева, являющаяся его интегральной характеристикой.

В большей степени проект предполагает наряду с перечисленными признаками использовать физико-химические показатели взаимодействия растительности в системе «атмосфера — почвы — влага — растительность» в целях выявления особенностей миграции загрязнителей, приводящих к гибели растений.

Обследования территории кампуса проводятся по 33 точкам, расположенным преимущественно по равномерной сетке. Измерения проводились с помощью

современных мобильных средств контроля качества окружающей среды для зон с относительно повышенной техногенной нагрузкой (вблизи автомагистралей), в условно фоновой зоне (парковая территория), в жилой зоне (общежития) и зоне расположения учебных и административных корпусов университета (рис. 1).

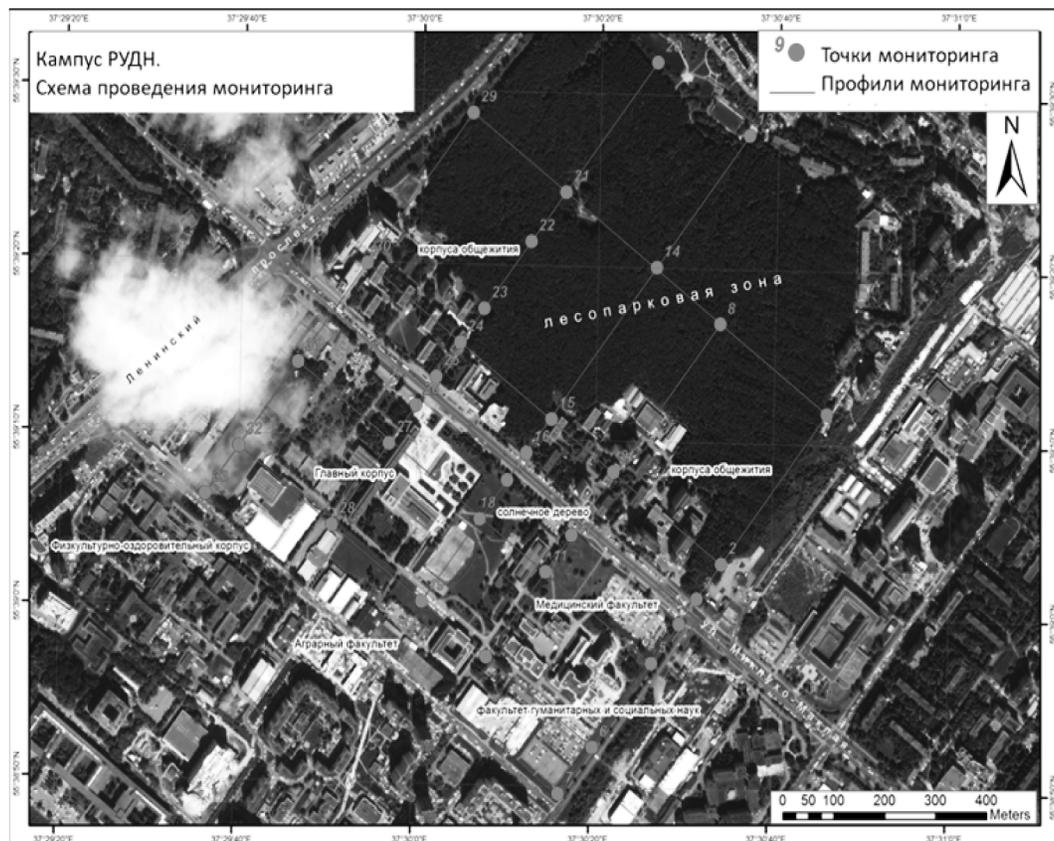


Рис. 1. Сеть мониторинга на территории кампуса
[**Fig. 1.** Monitoring points on the campus territory]

Полученные в ходе предварительного обследования результаты измерений обрабатывались с использованием статистических процедур (корреляционный, факторный и кластерный методы анализа) с привлечением программного комплекса STATISTICA 8. Сведения об отдельных видах нагрузок (загрязнения воздуха сажей, диоксидом азота, диоксидом серы, акустические нагрузки, радиационный фон, загрязнение снегового покрова) были картированы с использованием программного комплекса ArcView.

По данным карт на основе их оцифровывания отстраивались характерные профили нагрузок уровней шума, радиации, содержания в воздухе и почвах характерных загрязнителей. Это позволило получить серию карт антропогенных нагрузок и создать дополнительную основу для выделения функциональных зон на территории. Структурная схема работ по созданию алгоритма мониторинга кампуса представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Этапы создания системы мониторинга кампуса РУДН

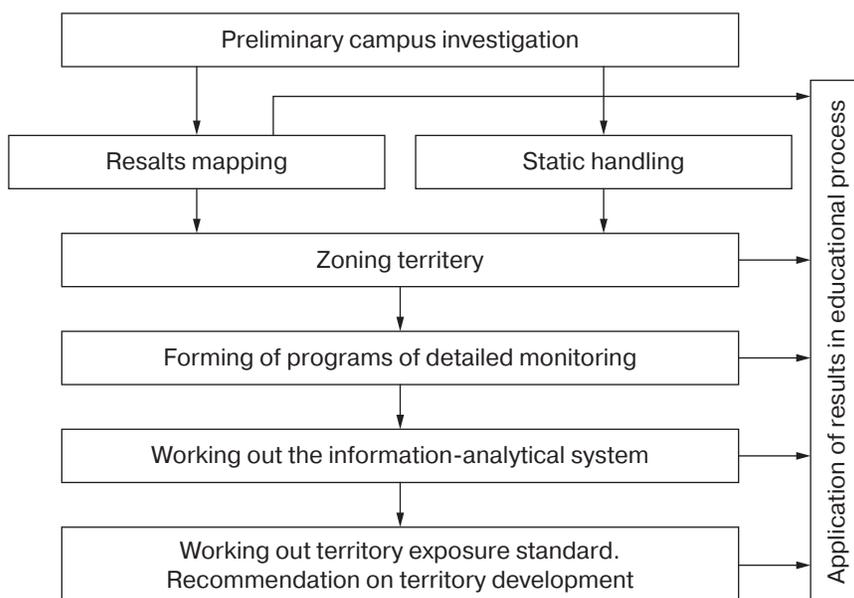


Fig. 2. Stages of the creation of monitoring system of RUDN-University

Важнейшее требование к создаваемой сети мониторинга окружающей среды — ее эффективность. Это свойство обеспечивается за счет получения необходимого количества и качества информации при проведении оптимального количества наблюдений [5].

Предварительное обследование проводится для выбора оптимальной сети и сроков наблюдений, источников загрязнения, методов их фиксации в различных

природных средах (планирования сети пробоотбора). Репрезентативность отбора проб — необходимая основа всех видов мониторинга.

Для получения репрезентативной информации о пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха, снега, почв, растительности предварительно проведено обследование условий и характера пространственной и временной изменчивости загрязнений природных сред. Для этого использовались непосредственные замеры в точках, сопровождающиеся отбором проб (рекогносцировочный метод).

На карту-схему кампуса и прилегающей территории наносится регулярная сетка с шагом в зависимости от масштаба (или другой градации) с учетом застройки. На местности по специально разработанной программе случайного отбора проб измеряются параметры, отбираются и анализируются пробы в точках, совпадающих с узлами сетки, наложенной на карту-схему. Для получения статистически достоверных средних значений измеренных концентраций проводится анализ комбинаций точек на сетке, объединенных в квадраты, с различной площадью, с учетом направлений ветра по направлениям. Такой метод позволяет выявить как границы загрязняющих объектов и узлов (включая автодороги), так и *зоны их влияния*. Последнее крайне важно, поскольку к данным зонам влияния будут привязаны фенологические наблюдения и сформирована специальная программа физико-химических исследований (отбор и хроматографический анализ приземного атмосферного воздуха, анализ почвенного воздуха, влаги, ЯМР и ИК-спектрометрический анализ почв, воздушных взвесей, смывов с растительности и стен сооружений, автостоянок и др.). При этом обеспечивается возможность сравнения полученных результатов с расчетными данными математических моделей. Использование методов моделирования является обязательным.

При вероятности роста концентрации примеси выше установленных нормативов за содержанием такой примеси в выявленной зоне устанавливается наблюдение. На основе оценок загрязнения атмосферного воздуха и других сред примесями и физическими воздействиями, а также изменения полей концентрации примесей (физических параметров) по территории и во времени с учетом карт, разрабатывается схема размещения стационарных постов наблюдений и фенологических площадок на территории кампуса РУДН и программы их работ. При разработке программы учитываются задачи и информативность каждого измерительного пункта и особенности изменчивости концентрации каждой примеси в атмосферном воздухе и сопредельных средах. В обязательном порядке измеряются основные, наиболее часто встречающиеся загрязняющие воздух вещества: пыль, SO_2 , CO , NO_x . Выбор других веществ, требующих контроля, определяется спецификой загрязнения, выбросов и частотой превышения ПДК.

Функциональное зонирование территории кампуса РУДН

Техногенная нагрузка разнообразна с точки зрения интенсивности и видов воздействия на различные части городских территорий. В нашем случае решалась задача организации мониторинга территории кампуса РУДН, что потребовало разработки схемы функционального зонирования территории.

Привлечение сведений по комплексу параметров позволило провести *предварительное* зонирование территории по совокупности антропогенных нагрузок и «настроить» систему мониторинговых наблюдений с учетом приоритетных видов воздействий на окружающую среду [5]. Программы наблюдений включают фитомониторинг, контроль акустической среды, определенные загрязнения атмосферы, а также соединения повышенной токсичности (ПАУ). В целом территория кампуса подразделяется по уровню техногенных нагрузок на следующие функциональные зоны, которые в последующем определяют структуры программы мониторинга (рис. 3).

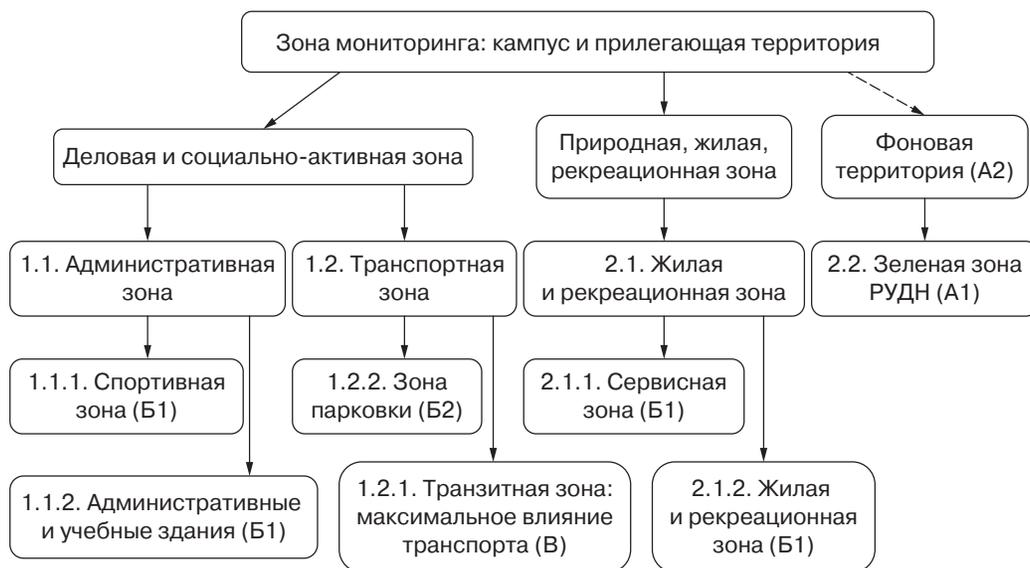


Рис. 3. Функциональное зонирование территории кампуса (см. табл. 1)

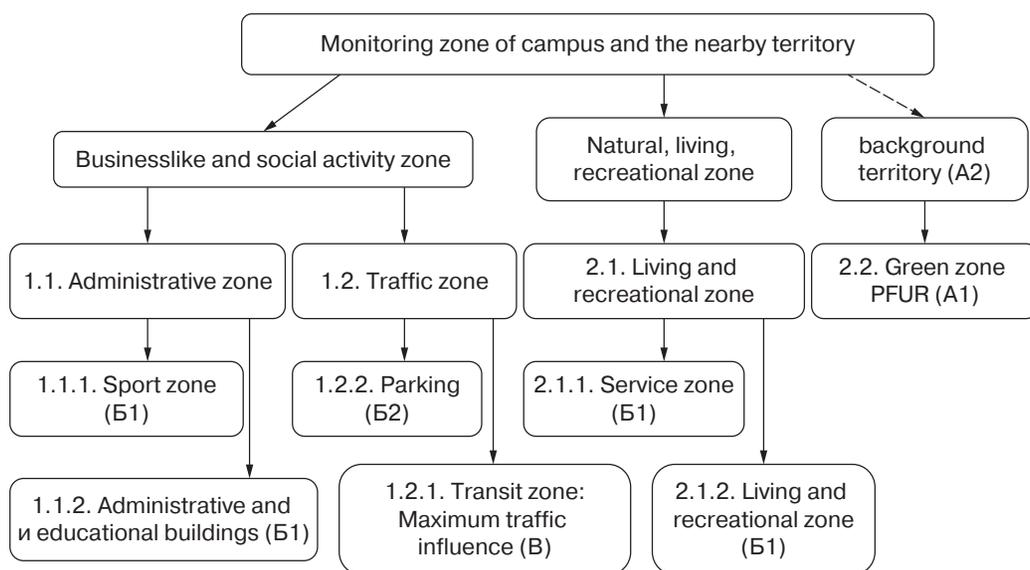


Fig. 3. Functional zoning of campus (in brackets — impact levels, see Tab. 1)

Таблица 1

Характеристики техногенной нагрузки в функциональных зонах кампуса (в знаменателе — среднее значение)

Зона	Радиация, мкЗв/ч	Шум, дБ	СО, мг/м ³	H ₂ S, мг/м ³	Сажа, мг/м ³	NO ₂ , мг/м ³	Бенз(а)пирен в снеге, нг/г
A — Природная, жилая, рекреационная зона	0,09–0,16 0,13	31,7–50,0 38,8	0,06–0,49 0,18	0,001–0,002 0,001	0,018–0,027 0,021	0,07–0,42 0,17	0,005–0,006 0,006
A1 — Зоны минимальных нагрузок	0,09–0,12 0,11	35,0–42,0 38,8	0,10–0,19 0,14	0,001–0,002 0,002	0,023–0,027 0,025	0,12–0,42 0,31	0,005–0,006 0,006
A2 — Фоновая территория	0,14–0,16 0,15	31,7–50,0 38,8	0,06–0,49 0,21	0,001	0,018–0,021 0,019	0,07–0,10 0,08	0,006
B — Зона минимальных нагрузок	0,093–0,277 0,14	43,3–81,7 55,2	0,0501–0,41 0,17	0,001–0,002 0,002	0,024–0,050 0,038	0,25–1,03 0,64	0,003–0,140 0,04
B1 — Зона максимальных нагрузок	0,13–0,27 0,186	46,0–51,0 48,5	0,14–0,18 0,16	0,001	0,035–0,050 0,043	0,54–1,03 0,7	0,010–0,016 0,013
B2 — Зона максимальных нагрузок	0,10–0,28 0,17	43,3–51,0 47	0,05–0,18 0,12	0,001–0,002 0,001	0,027–0,050 0,036	0,52–1,03 0,71	0,010–0,036 0,025
B — Зона максимального влияния транспорта	0,130–0,137 0,133	55,0–63,0 59	1,29–1,47 1,38	0,001–0,002 0,002	0,032–0,055 0,043	0,86–1,08 0,97	0,005–0,006 0,005

Table 1

Anthropogenic load characteristics in functional campus zones (with the average meaning under the line)

Zone	Noize, dB	CO, mg/m	H ₂ S, mg/m	Soot, mg/m	NO ₂ , mg/m ³	Benz(a)pyrene in snow, nanograms/g
A — Natural, living, recreational zone	31,7–50,0 38,8	0,06–0,49 0,18	0,001–0,002 0,001	0,018–0,027 0,021	0,07–0,42 0,17	0,005–0,006 0,006
A1 — Zone of the lowest load levels	35,0–42,0 38,8	0,10–0,19 0,14	0,001–0,002 0,002	0,023–0,027 0,025	0,12–0,42 0,31	0,005–0,006 0,006
A2 — Background territory	31,7–50,0 38,8	0,06–0,49 0,21	0,001	0,018–0,021 0,019	0,07–0,10 0,08	0,006
B — Деловая и социально-активная	43,3–81,7 55,2	0,0501–0,41 0,17	0,001–0,002 0,002	0,024–0,050 0,038	0,25–1,03 0,64	0,003–0,140 0,04
B1 — Businesslike and social activity zone	46,0–51,0 48,5	0,14–0,18 0,16	0,001	0,035–0,050 0,043	0,54–1,03 0,7	0,010–0,016 0,013
B2 — Zone of the lowest load levels	43,3–51,0 47	0,05–0,18 0,12	0,001–0,002 0,001	0,027–0,050 0,036	0,52–1,03 0,71	0,010–0,036 0,025
B — Maximum traffic influence zone	55,0–63,0 59	1,29–1,47 1,38	0,001–0,002 0,002	0,032–0,055 0,043	0,86–1,08 0,97	0,005–0,006 0,005

В результате обработки массива данных по характеристикам окружающей среды кампуса были выявлены следующие уровни антропогенной нагрузки для функциональных зон (табл. 1).

Картирование измеренных характеристик техногенных нагрузок подтвердило предположение о том, что максимальные загрязнения обусловлены влиянием автотранспорта. Территория кампуса контактирует с автомагистралями с четырех сторон, и именно вблизи автодорог отчетливо прослеживаются зоны максимальных загрязнений. Помимо этого, выявлены очаги повышенных уровней загрязнения отдельными химическими веществами: пиковая нагрузка загрязнения *диоксидом азота* на точке вблизи одного из светофоров, а также точка с повышенной концентрацией в снеге *бенз(а)пирена* вблизи одной из автостоянок. Оценки показали, что в зависимости от экранирующего влияния зданий и зеленых насаждений пространственное распределение суммы ПАУ в кампусе варьирует от 0,144 до 7,86 мкг/г снега.

Полученные результаты контроля природных сред позволяют сделать вывод о том, что существующие техногенные нагрузки на территории кампуса при сложившейся погодной ситуации практически не превышают действующих нормативов. Однако при наступлении менее благоприятных погодных условий вероятность превышения нормативов вполне реальна с настоящим уровнем загрязненности и перспектив интенсификации техногенных нагрузок. Кроме сказанного, необходимо учитывать аккумуляционное накопление загрязнителей в компонентах природных сред с тем, чтобы не упустить начало «триггерного эффекта» гибели растительности.

Оценка влияния автотранспорта на территорию кампуса

В рамках проекта начато оценка выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта, проезжающего по ул. Миклухо-Маклая, пересекающей кампус. Первый этап расчетов был выполнен по статистическим данным с автодорожных камер на участке дороги по ул. Миклухо-Маклая от перекрестка с Ленинским просп. до перекрестка с ул. Опарина протяженностью 1 км за январь 2017 г. Исходные данные — среднесуточная интенсивность движения (автомобили/ч), среднесуточная скорость (км/ч). Данные по интенсивности представлены как общим значением, так и дифференцировано для каждой группы транспорта — микроавтобусы, легковые машины, грузовой транспорт, автобусы, трейлеры.

Расчет проводился по методике «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов» (ГОСТ Р 56162—2014). Оценены выбросы следующих загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей: СО, оксиды азота (в пересчете на диоксид азота); УВ, сажа, SO₂, формальдегид, бенз(а)пирен. Выброс *i*-го загрязняющего вещества потока автотранспортных средств (M_L) определялся по формуле:

$$M_L = \frac{L}{1200} \sum M_K^L G_k r_v,$$

где L — протяженность участка дороги, км; M_K^L — удельный пробеговый выброс *i*-го загрязняющего вещества автомобилями *k*-й группы, г/км; k — число групп автомо-

билей, шт.; G_k — фактическая наибольшая интенсивность движения; r — поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения потока автотранспортных средств v_k (км/ч) на выбранном участке дороги.

Интенсивность движения на рассматриваемом участке дороги подчиняется следующим закономерностям [3]: максимальное количество автомашин фиксируется по средам и субботам, минимальное — по пятницам. Соотношение групп транспортных средств в транспортном потоке практически не меняется — преобладает легковой транспорт (60—66,8%), далее грузовой (20,1—25,1%), автобусы (6,2—7,0%), трейлеры (3,6—4,5%) и микроавтобусы (1,8—3,7%).

Среди загрязняющих веществ, выделяемых потоком автотранспорта, преобладают NO_2 (44,8% от общей массы выброса) и CO (31,4%), затем УВ (16,1%) и сажа (1,0%), формальдегид (0,2%), SO_2 (0,19%) и бенз(а)пирен ($10^{-5}\%$). Средний выброс загрязняющих веществ по категориям автотранспорта за рассматриваемый период представлен в таблице 2.

Таблица 2

Средний выброс загрязняющих веществ по категориям автотранспорта, г/с
[The Average pollutant emissions by vehicles, g/s]

Вещества — загрязнители Emission gases	Легковые Cars	Грузовые Tracks	Автобусы Buses	Микроавтобусы Minibuses	Трейлеры Trailers	Сумма по всем видам транспорта, т/год Total emission of all vehicles types, t/year
CO	0,54	0,42	0,09	0,07	0,08	0,104
NO_2	0,32	0,92	0,23	0,04	0,21	0,148
УВ	0,12	0,32	0,08	0,02	0,07	0,053
Soot	0,0011	0,0249	0,0051	0,0003	0,0056	0,0032
SO_2	0,0023	0,0032	0,0007	0,0002	0,0008	0,0006
Formaldehyde	0,0050	0,0014	0,0003	0,0007	0,0003	0,0007
Benz (a) pyrene (10^{-6})	0,0467	0,1306	0,0307	0,0065	0,0291	0,021

Суммарный выброс загрязнителей автотранспортом, проходящим вдоль территории кампуса РУДН, составляет 0,332 т/г (по расчетному месяцу). Распределение загрязняющих веществ в общем выбросе в зависимости от различных видов транспорта следующее: CO в выбросе от легкового и грузового транспорта составляет 47,2% и 31,5% соответственно. Основными поллютантами, производимыми грузовым транспортом являются NO_2 (49,8%), УВ (47,7%), сажа (62,4%) и бенз(а)пирен (48,9%). Формальдегид выбрасывается преимущественно легковым транспортом (65,8%). Доля легкового и грузового транспорта в выбросе SO_2 составляет 35,0% и 39,4% соответственно. В суммарном загрязнении по всем веществам главную роль играет грузовой транспорт (47,64%), на втором месте легковой (27,29%), на долю автобусов приходится 11,23%, трейлеров — 10,41%, микроавтобусов — 3,43%.

Полученные результаты коррелируют с данными, полученными при отборе проб [7]. Так, например, выявленное при замерах превышение ПДК NO_2 и пространственное распределение на территории кампуса можно объяснить именно воздействием автотранспорта в районе ул. Миклухо-Маклая и перекрестка с Ленинским проспектом.

Перспективы развития проекта

В настоящее время завершается первый год реализации проекта. Его результаты позволили сформировать схему экологического мониторинга кампуса, разработать детальные программы для различных функциональных зон, получить объективные данные о техногенной нагрузке на территорию, получить информационную основу для разработки экологической политики университета.

Помимо этого, привлечение студентов к участию в проекте позволяет развивать навыки исследовательской и проектной деятельности студентов.

В перспективе благодаря реализации программ мониторинга планируется расширение опыта, укрепление имиджа РУДН как экологичного университета. Реализация инновационных методов оценки качества окружающей среды (в частности, методы анализа геохимической информации, ГИС-технологии и др.) позволяет проводить исследования на современном уровне.

Одно из перспективных направлений — создание информационно-аналитической системы экологического мониторинга кампуса (ИАСЭМ) РУДН. Эта система предназначена для автоматизации процесса сбора, хранения, обработки и представления информации о состоянии окружающей среды, экологических проблем кампуса.

Основная цель — обеспечить поддержку в выработке управленческих решений по сохранению зеленой зоны кампуса, созданию благоприятных условий для студентов и работы персонала. Позволяет дать объективную характеристику антропогенного воздействия на природную среду, установить приоритетные экологические проблемы, проследить динамику происходящих в окружающей среде процессов, оценить эффективность проводимых природоохранных мероприятий. Планируется разработать ИАСЭМ как многопользовательскую сетевую программу.

В состав ИАСЭМ включаются три взаимосвязанные подсистемы:

- ведение и анализ экологических показателей;
- ведение кадастра наиболее уязвимых мест и экологических ситуаций кампуса;
- ведение и анализ эксплуатации природных объектов и инженерных сетей.

Заключение

Современный вуз — не просто место получения знаний, но и проводник экологической культуры, который должен стать примером экологичности для учащихся. Оценки техногенного давления на социально значимую территорию — кампус, как место «компактного проживания» студентов из 155 стран мира и сотрудников университета, представляют как практический, так и научный интерес, а сам проект позволяет дополнительно решать целый комплекс важнейших задач.

Актуальность проекта связана с необходимостью усиления практической составляющей в подготовке специалистов-экологов, потребностью в повышении общей экологической культуры населения (включая 8 тыс. «населения» кампуса — студентов и сотрудников университета); необходимостью оценки техногенного давления на уникальную территорию кампуса при интенсивном развитии инфраструктуры района; потребностью обеспечить конкурентоспособность рос-

сийских вузов (в том числе — за счет подтверждения экологичности) и их привлекательность для зарубежных абитуриентов.

Приведенные характеристики проекта, использованные методы свидетельствуют об инновационном характере работ.

Так, реализуется наиболее эффективный подход к обучению — обучение на практических примерах и непосредственного применения знаний на практике. Студентам предоставлена возможность самостоятельно оценить влияние автотранспорта на прилегающую территорию кампуса на основании теоретических расчетов и эмпирических (измеренных ими) данных. Это позволяет в дискуссионной форме на основании собственных измерений оценивать адекватность различных методов измерения, проводить сравнительный анализ концентрации поллютантов в средах.

Применены авторские подходы к организации мониторинга кампуса:

— выделение функциональных зон для формирования оптимальных программ мониторинга на локальной социально значимой территории для расчета оптимальных экологических параметров для них;

— формирование инновационных моделей загрязнения: оценивается миграция загрязнителей в системе «атмосфера — растения — почвы». Акцент делается на органические загрязнители (наиболее опасные из них полиароматические соединения и другие яркие признанные маркеры техногенных нагрузок). Данный подход в силу сложности крайне редко реализуется в современной практике геохимических исследований и безусловно является инновационным.

Социальный эффект проекта заключается в более успешной адаптации выпускников с практическими навыками на рынке труда; обеспечении комфортной и благоприятной (в том числе и визуальной) среды для проживания российских и зарубежных студентов. Просветительский эффект проекта достигается благодаря привлечению внимания к экологическим проблемам и повышению в целом экологической культуры студентов из 155 стран мира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Программа ООН-Хабитат [Электронный документ]. URL: <http://www.un.org/ru/ga/habitat/> (дата обращения: 10.11.2017).
- [2] Семме Т. «Зеленый» Университет — это просто [Электронный документ]. URL: <http://journal.spbu.ru/?p=9952> (дата обращения: 10.11.2017).
- [3] Силаева П.Ю., Хаустов А.П., Алейникова А.М., Мамаджанов Р.Х., Боева Д.В. Предварительная оценка выбросов автотранспорта на территории кампуса / Сб. научн. тр. XVIII Всеросс. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы экологии и природопользования» 23–24 ноября 2017 г. М.: РУДН. С. 211—218.
- [4] Третьяков В.А., Корнев Л.В., Кривошеева О.Б. Воздействие шин на окружающую среду и человека. М.: Нефтехимпром, 2006. 154 с.
- [5] Хаустов А.П., Редина М.М. Экологический мониторинг: учебник для экологического бакалавриата. М.: Изд-во Юрайт, 2014. 637 с.
- [6] Хаустов А.П., Редина М.М., Алейникова А.М., Мамаджанов Р.Х. Оценка экологических функций зеленой зоны социально значимых объектов на примере кампуса РУДН / Зеленая инфраструктура городской среды: современное состояние и перспективы развития: сб. материалов межд. науч.-практ. конф. М.: «Научно-издательский центр «Актуальность. РФ», 2017. С. 88—90.

- [7] *Хаустов А.П., Редина М.М., Алейникова А.М., Мамаджанов Р.Х.* Техносферная безопасность социально значимых территорий: экологический мониторинг кампуса РУДН / V Межд. науч.-практ. конф. «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» (13—15 сентября 2017). Воронеж—Севастополь: Изд-во «Научная книга», 2017. С. 314—316.
- [8] *Якубов Х.Г.* Экологический мониторинг зеленых насаждений Москвы. М.: Стагирит-Н, 2005. 264 с.
- [9] *Khaustov A., Redina M., Aleinikova A., Mamadzhanov R.* Green campus of the green university: the RUDN-university experience / 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, www.sgem.org, SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-11-9 / ISSN 1314-2704, 29 June — 5 July, 2017. Vol. 17. Issue 54. 65—72 pp.
- [10] *Redina M., Khaustov A.* Sustainability of the University — Environmental Responsibility of the Students: Experience of the RUDN-University [Электронный документ]. URL: <http://iwgm.ui.ac.id/wp-content/uploads/11/2017/05/Abstract-RUDN-University-Sustainability-of-the-University-Environmental-Responsibility-of-the-Students-Experience-of-the-RUDN-University.pdf> (дата обращения: 09.07.2017).
- [11] UI GreenMetric World University Ranking Background of the ranking [Электронный документ]. URL: <http://greenmetric.ui.ac.id/what-is-greenmetric/> (дата обращения: 10.11.2017).

© Хаустов А.П., Редина М.М., Алейникова А.М.,
Мамаджанов Р.Х., Силаева П.Ю., 2017

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 15.12.2017

Дата принятия к печати: 20.12.2017

Для цитирования:

Хаустов А.П., Редина М.М., Алейникова А.М., Мамаджанов Р.Х., Силаева П.Ю. Проект экологического мониторинга кампуса Российского университета дружбы народов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. № 4. С. 562—584. DOI: 10.22363/2313-2310-2017-25-4-562-584

Сведения об авторах:

Хаустов Александр Петрович — доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры прикладной экологии Российского университета дружбы народов, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации. E-mail: khaustov_ar@rudn.university

Редина Маргарита Михайловна — доктор экономических наук, доцент, декан экологического факультета, заведующая кафедрой прикладной экологии Российского университета дружбы народов. E-mail: redina_mm@rudn.university

Алейникова Анна Михайловна — кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры геоэкологии Российского университета дружбы народов. E-mail: aleinikova_am@rudn.university

Мамаджанов Роман Хасанович — кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры прикладной экологии Российского университета дружбы народов. E-mail: mamadzhanov_rkh@rudn.university

Силаева Полина Юрьевна — ассистент кафедры прикладной экологии Российского университета дружбы народов. E-mail: silaevapolina@gmail.com

PROJECT ON ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE CAMPUS OF PEOPLE FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA

**A.P. Khaustov, M.M. Redina, A.M. Aleynikova,
R.Kh. Mamadzhanov, P.Yu. Silaeva**

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The main tasks and the content of the environmental monitoring of the RUDN-University campus is justified. The university presents the results of its activity in the annual international ranking — Green Metric World University Ranking. RUDN-University started successful in 2015 and since 2017 is a national coordinator of this program in Russia. The campus is situated in the intensive transport pressure zone, therefore the environmental monitoring program takes this specific into account. Information on the team performing the project and the availability and instrumentation necessary for its implementation is given. The monitoring network covers various functional zones of the campus, as well as the adjoining forest park zone selected as the background. As a result of the processing of data sets on the characteristics of the campus environment, anthropogenic load levels for functional campus zones were calculated. In the future, as information accumulates, the boundaries of functional zones and technogenic loads will be adjusted (as well as monitoring content). Calculations of emissions of various types of vehicles on one of the main roads, as well as measurements of the radiation situation, noise levels, typical pollutants of automobile emissions into the atmosphere in different periods of the year were carried out. A geochemical survey of the snow cover has been performed to assess the accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Maps of atmospheric pollution and snow cover have been constructed, the values of exceeding the normative characteristics have been estimated, a survey of the state of vegetation at the beginning and end of the growing season has been carried out. The obtained data indicate a relatively favorable environmental situation on the campus and the need for further monitoring using more accurate analytical methods for analyzing natural environments, and developing models to predict changes in the components of the campus ecosystem. Such models will allow to reveal the trend of the behavior of pollution on the basis of their bioindication (landscape-destructive changes) under the conditions of specific impacts of oil products burned and other types of urban pollution. It is planned to carry out an inventory and certification of the green plantations of the campus, followed by an object-oriented assessment of vegetation, soil conditions under conditions of varying atmospheric pollution flows and emissions of road transport. As an instrument suggested to create the information and analytical system of monitoring.

Key words: RUDN-University, campus, monitoring, pollution, transport, models, petroleum products, atmosphere, snowcover, soils, vegetation

REFERENCES

- [1] UN-HABITAT program. Available at: <http://www.un.org/ru/ga/habitat/> (date of access: 11.10.2017).
- [2] Semme T. «Green» University — it is easy. Available at: <http://journal.spbu.ru/?p=9952> (date of access: 11.10.2017).
- [3] Silaeva P.Yu., Khaustov A.P., Aleinikova A.M., Mamajanov R.Kh., Boeva D.V. Preliminary evaluation of motor vehicles. scientific. Works of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conference «Actua Problems of Ecology and Nature Management» November 23-24, 2017. M.: RUDN Publ. P. 211—218.
- [4] Tretyakov V.A., Kornev L.V. Krivosheeva O.B. Impact of tires on the environment and people. Moscow: Neftekhimprom, 2006. P. 154.

- [5] Khaustov A.P., Redina M.M. Environmental monitoring: a textbook for environmental baccalaureate. Moscow: Urait Publishing House, 2014. P. 637.
- [6] Khaustov A.P., Redina M.M., Aleinikova A.M., Mamadzhano R.K. Assessment of ecological functions of the green zone of socially significant objects on the example of the PFUR campus / Green Infrastructure of the Urban Environment: Current State and Development Prospects: Textbook of the International Scientific and practical Conference. Moscow «Scientific Publishing Center «Aktual'nost'.RF», 2017. Pp. 88–90.
- [7] Khaustov A.P., Redina M.M., Aleinikova A.M., Mamadzhano R.K. Technosphere safety of socially significant territories: ecological monitoring of the PFUR campus. Vth International scientific and practical conference «Environmental geology: theory, practice and regional problems» (September 13-15, 2011). Voronezh—Sevastopol: Science Book Publishing House, 2017. P. 314–316.
- [8] Yakubov Kh.G. Ecological monitoring of green plantations in Moscow. M.: Stagirite-N, 2005. 264 p.
- [9] Khaustov A.P., Redina M.M., Aleinikova A.M., Mamadzhano R.K. Green campus of the green university: The RUDN-university experience / 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, www.sgem.org, SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-11-9 / ISSN 1314-2704, 29 June — 5 July, 2017. Vol. 17. Issue 54. 65–72 pp.
- [10] Redina M., Khaustov A. Sustainability of the University - Environmental Responsibility of the Students: Experience of the RUDN-University. Available at: <http://iwgm.ui.ac.id/wp-content/uploads/11/2017/05/Abstract-RUDN-University-Sustainability-of-the-University-Environmental-Responsibility-of-the-Students-Experience-of-the-RUDN-University.pdf> (date of access: July 9, 2017).
- [11] UI GreenMetric World University Ranking Background of the ranking. Available at: <http://greenmetric.ui.ac.id/what-is-greenmetric/> (date of access: 10.11.2017).

Article history:

Received: 15.12.2017

Revised: 20.12.2017

For citation:

Khaustov A.P., Redina M.M., Aleynikova A.M., Mamadzhano R.Kh., Silaeva P.Yu. (2017) Project of environmental monitoring of the Campus of People friendship University of Russia. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 25 (4), 562–584. DOI: 10.22363/2313-2310-2017-25-4-562-584

Bio Note:

Khaustov Alexander Petrovich — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Applied Ecology of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of Russia”, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation. E-mail: khaustov_ap@rudn.university

Redina Margarita Michaylovna — Doctor of Economics Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Ecology, Head of the Department of Applied Ecology of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of Russia”. E-mail: redina_mm@rudn.university

Aleynikova Anna Mikhailovna — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geoecology of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of Russia”. E-mail: aleinikova_am@rudn.university

Mamadzhanov Roman Khasanovich — Candidate of Biol. Sciences, senior lecturer of the Department of Applied Ecology of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of Russia”. E-mail: mamadzhanov_rkh@rudn.university

Silaeva Polina Yurievna — assistant of the Department of Applied Ecology, Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of Russia”. E-mail: silaevapolina@gmail.com