

И.А. ЛОБУС

## **ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕСЧАНЫЕ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

*Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,  
г. Москва, Российская Федерация  
lakenkof@gmail.com*

Статья посвящена комплексному исследованию эколого-геологических систем (ЭГС) песчаных массивов на территории Москвы. Выявлено, что городское пространство технологично развитого мегаполиса воздействует на природные комплексы, формируя природно-техногенные эколого-геологические системы. За счёт этого ЭГС приобретает определённые особенности, которые влияют не только на функционирование самих систем, но и на «живое», а также и на человека/

Экологическая безопасность регионов во многом определяется состоянием их эколого-геологических систем. Под эколого-геологической системой (ЭГС), как известно [4], понимаются комплексы экосистем, состоящие из биоценоза и биотопа. При этом ЭГС, формирующиеся на определённых литотопах, в которых основная роль отводится массивам тех или иных горных пород, приобретают характерные особенности, влияющие на прочие абиотические и биотические компоненты экосистемы. На массивах песчаных пород формируются ЭГС песчаные, особенности которых для природных систем были охарактеризованы В.Т. Трофимовым и В.А.

Королевым [5,6], показавшими, что в их составе формируются специфические псаммомикробоценозы, псаммофитоценозы и псаммозооценозы. В то же время особенности ЭГС, формирующиеся на песчаных массивах не в природных условиях, а на техногенно освоенных территориях, остаются слабо изученными.

Поэтому цель настоящей работы состояла в анализе основных особенностей ЭГС песчаных массивов на урбанизированной территории – территории города Москвы.

Объектом исследования являлись ЭГС песчаных массивов г. Москвы. Массивы песчаных грунтов на территории города Москвы широко развиты и приурочены к нижнемеловым отложениям (Теплостанская возвышенность, междуречье Москвы и Яузы и долина р. Москвы) и четвертичным пескам различного генезиса (в основном флювиогляциальным и аллювиальным), местами выходящими на поверхность [3]. О распространении песков в Москве свидетельствуют исторические названия храмов (хр. Преображения на Песках, Арбат) и улиц (Песчаные, Ново-песчаная, Песчаная пл., Песчаные пер. и др.). Многие песчаные массивы в городе застроены и заасфальтированы, используются под территории различного назначения. Лишь некоторые из песчаных массивов выходят непосредственно на дневную поверхность. В основном это территории рекреационных зон. Но и там песчаные массивы претерпевают существенные техногенные преобразования.

Территория исследования находится в пределах крупнейшего мегаполиса - города Москвы, что в свою очередь влияет на выбор ключевых участков для исследования. Наименее изменённые и наиболее доступные для исследования площади сохранились лишь в садово-парковых зонах города. Исходя из этого были выбраны следующие участки для проведения исследования: остров Серебряный бор, Парк МСХ им К.А. Тимирязева, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, парк «Сокольники», переходящий в лесопарк «Лосиный остров», природно-исторический парк «Кузьминки-Люблино», долина реки Язвенка и ландшафтный заказник «Теплый стан». Одним из факторов выбора участков являлось их местоположение, все они расположены в разных муниципальных районах и подвержены различному техногенному воздействию.

Материалы для исследования собирались в два этапа: 1) летом в 2017 года и 2) в полевой сезон 2018 г. [2]. Этапы состояли из предполевой подготовки, полевых исследований и последующей камеральной обработки собранного материала, а также выборочных лабораторных испытаний отобранных образцов грунтов, включая и почвы. Для определения физических свойств песчаных грунтов проводились следующие испытания: определение плотности в рыхлом и плотном сложениях, гранулометрический состав песков ситовым методом. Прочие показатели, такие как плотность твёрдой фазы, плотность скелета, пористость, коэффициент пористости, объёмная влажность, полная влагоёмкость, коэффициент водонасыщенности, степень плотности, показатель уплотнения и др. определялись стандартными методами и расчётным способом. Так же определялось содержание и состав водорастворимых солей с помощью химического анализа грунтов титриметрическим и весовым методами.

Описание песчаных массивов проводилось по всем компонентам ЭГС: литотопам, эдафотопам, псаммомикробиоценозам, псаммофитоценозам, и псаммозооценозам. Техногенная нагрузка на ЭГС изучалась исходя из анализа функционального зонирования городской территории. Вся информация заносилась в паспорт ЭГС песчаного массива. На следующем этапе производилась систематизация полученных данных и их последующий анализ.

В результате исследования была собрана необходимая и всесторонняя информация о ЭГС песчаных на территории Москвы. Особенности литотопов песчаных, располагающихся на территории Москвы, являются: 1) как правило малая степень

водонасыщенности песков ( $S_r < 0,5$ ); 2) относительно высокая пористость ( $e$  от 0,60 до 0,91); 3) средняя уплотнённость ( $I_D$  от 0,33 до 0,66). Это обеспечивает хорошую дренированность массивов, хорошую аэрируемость и водообмен как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. В зависимости от расстояния до источников техногенного воздействия, которыми являются транспорт, городские постройки, коммуникации различного назначения и т.п., данные показатели могут изменяться.

Эдафотоп песчаных массивов в городе представлен дерново-подзолистыми почвами песчаного состава и различными урбозёмами (технозёмами). Практически все почвы городских ЭГС песчаных претерпели техногенную трансформацию их структуры, геохимического состава и свойств за счёт атмосферных выпадений, применения противогололедных реагентов (ПГР), а также воздействия населения. Геохимические техногенные преобразования песчаных эдафотопов выражаются в их подщелачивании, увеличении содержания органического углерода, а также тяжёлых металлов и солей. В почвах Москвы в основном накапливаются десять элементов ( $K_c > 3,0$  – нижние индексы):  $Cd_{7,6}W_{6,5}Bi_{4,9}Zn_{4,8}Sb_{4,8}Pb_{4,5}Ag_{4,5}As_{4,0}Cr_{3,6}Fe_{3,6}$  [1]. Наряду с тяжёлыми металлами отмечается загрязнение ПАУ.

По сравнению с природными фито- и зооценозами песчаных ЭГС их техно-природные аналоги имеют более бедную флору и фауну: их псаммофитоценоз смешан и представлен в основном факультативными ксерофитными псаммофитами (из травянистых – это вейник наземный, экспарцет песчаный, песколока постенная и другие, из древесных – сосна, клен, береза, рябина, осина, можжевельник, ива).

Псаммомикроценоз, в отличие от природных песчаных ЭГС, содержит патогенные микроорганизмы от выгула домашних и бродячих животных, несанкционированных свалок мусора, коммунально-бытовых стоков, осадения аэрозолей, тем самым образуя необратимые изменения абиотических и биотических жизненных циклов и как следствие – отличительные условия функционирования геосфер.

Псаммозооценоз на городских территориях представлен в основном беспозвоночными псаммофилами, но также намного беднее по сравнению с природными песчаными ЭГС.

В общем и целом, песчаные массивы Москвы, а, следовательно, и ЭГС в их пределах, находятся под сильным техногенным прессом [1,2]. Расположенные на территории города песчаные ЭГС окаймлены различными по своему назначению объектами, составляющими городскую инфраструктуру: 1) железнодорожными путями, подземными линиями метрополитена и автодорогами наземного транспорта, оказывающими динамическое, акустическое и химическое воздействие на экосистемы; 2) селитебными зонами, оказывающими на экосистемы статическое и химическое воздействие; 3) производственными зонами, влияющими на экосистемы в зависимости от особенностей их промышленного производства; 4) общественными многофункциональными зонами, включая рекреационные, а также локальными участками несанкционированных свалок различного вида и классов опасности отходов.

Все эти источники вызывают химическое загрязнение литотопов песчаных ЭГС тяжёлыми металлами, полиароматическими соединениями (ПАУ), применение ПГР вызывает засоление почв и подпочвенных грунтов (антропогенный галогенез [1]). Несмотря на то, что песчаные почвы в меньшей степени подвержены галогенезу, тем не менее песчаные эдафотопы участвуют в геохимической миграции солей, которые вызывают существенные негативные изменения подземного пространства. Засоленность почв и их деградация усиливается в селитебных зонах и вдоль автомагистралей. Кроме того, она подвержена сезонной динамике: максимальное

засоление отмечается весной, а минимальное – осенью, что связано с промывкой почв дождевыми водами.

Подземное геологическое пространство территории города в полной мере освоено, в нем располагаются туннели метрополитена, системы отопления, газификации, водоподачи и водоочистки, а также иные подземные комплексы и коммуникации различного назначения.

Отмеченные трансформации песчаных литотопа и эдафотопа вызывают изменения в псаммомикробиоценозах, псаммофитоценозах и псаммозооценозах, загрязняющихся также за счёт атмосферных выпадений. Многие вышеотмеченные поллютанты концентрируются в растениях и животных («аккумуляторах»), влияя на их метаболизм.

Установлено, что ЭГС песчаные на городских территориях представляют собой сложные техно-природные образования, они приобретают специфические особенности, обусловленные, главным образом, техногенными факторами, определяющими экологическую безопасность регионов. Наиболее сохранившееся песчаные ЭГС на территории Москвы располагаются в садово-парковых зонах, в свою очередь большое количество посетителей постепенно трансформирует ландшафт песчаных ЭГС и в этих зонах. Атмосферные выпадения поллютантов, применение ПГР, образование несанкционированных мест складирования отходов, сточные воды, ведут к изменениям геохимических полей песчаных ЭГС. На городских территориях трансформируются все экологические функции, выполняемые песчаными массивами: ресурсная, геохимическая, геодинамическая и геофизическая. Синергизм техногенно-природных воздействий на городских территориях усложняют не только геохимические процессы, но и функционирование эколого-геологической системы в целом.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00944а.

### Список литературы

- 1 Геохимия ландшафтов Восточной Москвы // Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М. – М.: АПР, 2016, – 276 с.
- 2 Лобус, И.А., Королёв В.А. Эколого-геологические особенности песчаных массивов территории Москвы / И.А. Лобус, В.А. Королёв // XVIII Межд. молодежная научная конференция «Экологические проблемы недропользования. Наука и образование». Под ред. В.В.Куриленко. – СПб. : Лема, 2018. – С. 208–210.
- 3 Москва. Геология и город / Под ред.: В.И. Осипова и О.П. Медведева – М.: РАН, Институт Геоэкологии, Мосгоргеотрест, 1997. – 399 с.
- 4 Трофимов, В.Т. Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы / В.Т. Трофимов // Вестник Моск. ун-та. – Серия 4. Геология., 2009. – №2. – С.48–52.
- 5 Трофимов, В.Т. Массивы песчаных грунтов как объекты эколого-геологических исследований / В.Т. Трофимов, В.А. Королёв // Вестник Московского университета. – Серия 4: Геология., 2018. – № 2. – С.59–65.
- 6 Трофимов, В.Т. Эколого-геологические особенности массивов песчаных грунтов / В.Т. Трофимов, В.А. Королёв // Инженерно-геологическое и эколого-геологическое изучение песков и песчаных массивов // Тр. Межд. научн. конф. (27-28 сентября 2018 г., МГУ, Москва, Россия) / Под ред. В.Т.Трофимова и В.А.Королева. – М.: ООО «СамПринт», 2018. – С. 233–244.