

УДК 504.06:711.4

*Сумеркин Ю.А.*

НИУ МГСУ

## ОБЗОР НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В ВОПРОСАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РОССИИ

**Аннотация.** С момента возникновения городов прошло не одно тысячелетие, и до настоящего времени в городе как особой социально-пространственной организации населения с огромным количеством экологических проблем успешно решены только некоторые из них: устройство центрального водоснабжения и канализации; централизованный вывоз жидких и твердых бытовых отходов. Массовое появление автотранспорта решило проблему загрязнения городских улиц тягловыми, выюнными и верховыми животными, принеся с собой, однако, другие вредные факторы.

В настоящей статье сделан обзор научно-исследовательских изысканий по вопросам экологической безопасности городской среды крупнейших населенных пунктов России в условия декларации устойчивого развития общества (самовоспроизводство естественной природной среды) за последние 15 лет.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, городская среда, природная среда, городская инфраструктура, антропогенная среда, предельно допустимые концентрации

DOI: 10.22227/2305-5502.2017.1.3

Издавна было понимание, что большое скопление людей требует более жесткого обеспечения санитарно-гигиенических условий. Так, в результате страшных волн эпидемий сначала для городской элиты, а потом для большей части горожан были устроены централизованные водопровод и канализация. Концентрация отходов жизнедеятельности людей и определение эмпирическим путем, что никакие природные трофические связи не смогут поглотить и переработать их, привели к осознанию того, что город — это несаморегулируемая экологическая система. В итоге мы вынуждены централизованно собирать, транспортировать и вывозить отходы жизнедеятельности за пределы города. Опытным же путем стало известно, что планировочными вариантами городской застройки (широкие или узкие улицы, высокие или низкие дома) можно существенно влиять на

*Sumerkin Yu.A.*

MGSU

## REVIEW OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF URBAN ENVIRONMENT OF SETTLEMENTS IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Abstract.** Many millenia have passed since the appearance of cities, and, as cities form a specific type of social-spatial organization of population, they feature a great number of environmental problems. Only a few of those problems were solved successfully: centralized water supply and drainage system; centralized disposal of liquid and solid household waste. Mass production of automotive transportation solved the problem of pollution of the city streets with draft, package, and mount animals, while introducing other hazardous factors.

This article features a summary of scientific research on environmental safety of urban environment in the largest settlements of the Russian Federation under conditions of declared stable development of society (self reproduction of natural environment) in the last 15 years. It stresses the necessity for more integrated approach to assessment of environmental safety not only in the Russian Federation, but in all countries due to the fact that influence of human activities on natural environment is increasing, and more active measures should be taken in order to create comfortable living environment in the urban areas.

**Key words:** environmental safety, urban environment, natural environment, urban infrastructure, man-made environment, maximum allowable concentrations

DOI: 10.22227/2305-5502.2017.1.3

It was understood long time ago, that large number of people requires more strict standards of providing sanitary and hygienic conditions. Thus, after terrible plagues, centralized water supply and drainage system were created, first, for the city elite, then for the majority of the town-dwellers. Concentration of the life wastage and experimental evidence that no natural food chains could ever absorb and recycle such amount of waste led to understanding that city is not a self-regulated ecological system. As a result, we have to centralize collection, transportation and disposal of life wastage beyond the boundaries of the cities. Experience also showed that planned urban development options (wide or narrow streets, high or low houses) can significantly affect temperature and wind patterns that form specific micro-

температурные, ветровые режимы, формирующие особый микроклимат локальных территорий. Уже двести лет науке знакомо такое явление, как городской остров тепла [1].

Различные научные модели описывают развитие и трансформацию городской среды, но и по сей день с этими изысканиями знаком только узкий круг специалистов. Подтверждением этому могут служить ошибочные примеры архитектурно-градостроительных решений Лондона, где под стеклянными домами плавятся в летнюю жару автомобили, или Москвы и ее окрестностей, где идет застройка гигантскими жилыми колодцами, гарантирующими застойные явления и перегрев территорий. К сожалению, отрицательные примеры только множатся из-за стойкого консерватизма профессионального сообщества, сопротивляющегося расширению нормирования природной среды как составляющей городской среды (нормированы только предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе и скорость ветра); а также ограниченности научного сообщества, исследования которого носят территориальный, видовой, сезонный, локальный и, в конечном результате, субъективный характер.

От чего зависит расстояние между градостроительными объектами: от их функционального назначения, требований противопожарной безопасности, площади застройки, высоты объекта, экспозиции по отношению к инсоляции и пр.? От чего зависит степень озеленения городских территорий: от количества жителей (подушевой показатель), ареалов-минимумов индикаторов флоры, их способности поглощать тепловую энергию и т.д.? Ученым и профессионалам-градостроителям необходимо приблизить фактическое состояние городской среды к требованиям устойчивого развития общества: первым — выявить и обосновать ведущие факторы экологической безопасности городской среды, вторым — ввести их в ранг нормы.

**Объекты, явления, факторы городской среды.** Городская среда представлена природными и антропогенными составляющими, характеризующимися явлениями и факторами, исследованиями которых занимаются следующие научные специальности (направления):

- 03.00.16 «Экология»;
- 05.23.19 «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства»;

climate of local territories. The science has known the idea of city heat island [1] for two centuries by now.

Various scientific models describe development and transformation of the urban environment, however, only a very narrow range of specialists know of this research even nowadays. It is confirmed by examples of errors in architectural and city development solutions in London, where cars are melted under glass houses during summer heat, or in Moscow and its surroundings, where giant well courtyards are under construction, such courtyards guaranteeing congestion and overheating of the territories. Unfortunately, negative examples keep appearing due to firm conservative beliefs of professional society, which fights the expansion of standardizing natural environment as a part of urban environment (only maximum allowable concentrations of hazardous substances in the air and wind speed are standardized); limitations of the scientific society add to that, as their research is mainly of territorial, type, seasonal, local, and, finally, subjective nature.

What should be considered to be the primary factor for selecting the distance between civil construction objects: their function, fire safety requirements, building area, height of object, insolation exposure, etc.? What should be considered to be the primary factor for selecting the degree of landscape gardening: number of residents (per capita factor), minimum-habitats flora indicators, their capability of absorbing thermal energy, etc.? Scientists and professional urban developers should advance the actual state of the urban environment towards the requirements of stable development of society: the former are to identify and justify the primary factors of environmental safety of the urban environment, the latter are to introduce such factors as standards.

**Objects, events, factors of urban environment.** The urban environment is represented by natural and man-made components, which can be described by events and factors studied within the following scientific specialties (fields):

- 03.00.16 "Ecology";
- 05.23.19 "Environmental Safety of Construction and Urban Facilities";

- 05.23.22 «Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов»;
- 25.00.30 «Метеорология, климатология, агрометеорология».

Основным индикатором безопасного состояния городской среды является человек. Факторы воздействия на человека представлены на рис. 1.

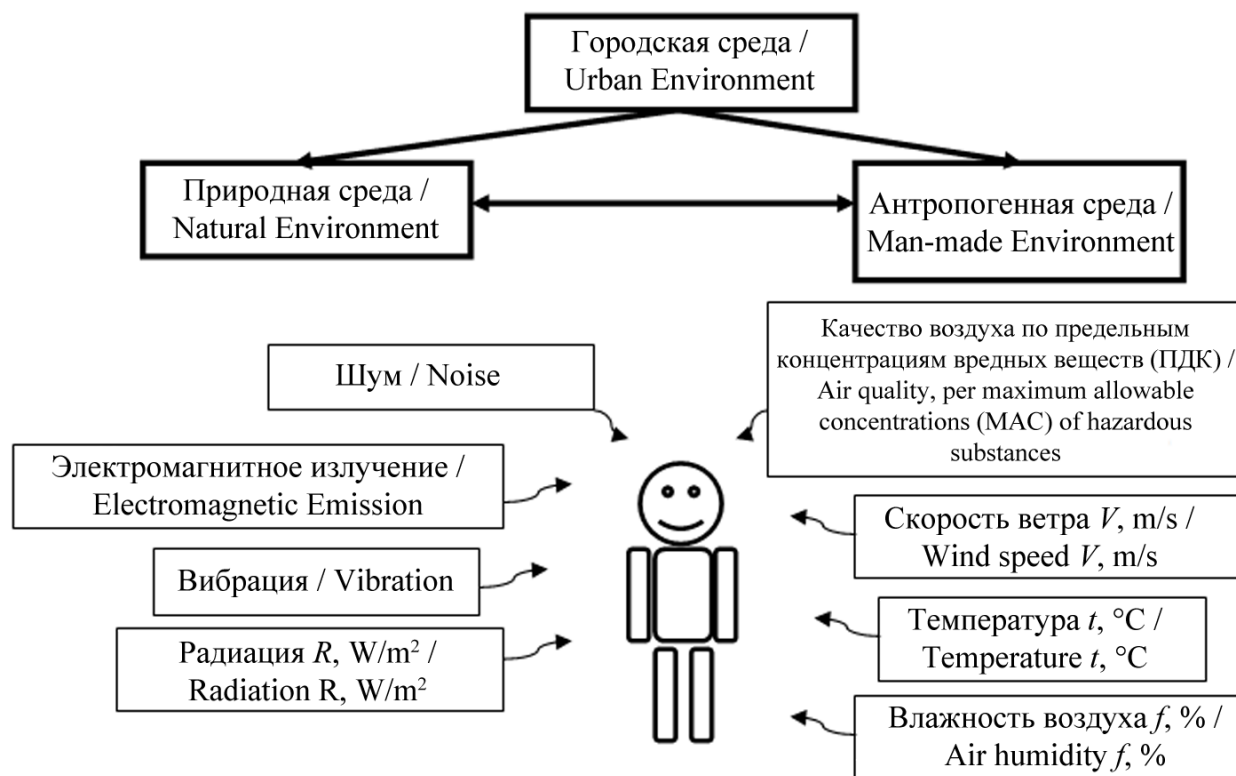


Рис. 1. Факторы, воздействующие на человека в городской среде

- 05.23.22 "Urban Construction, Country Planning";
- 25.00.30 "Meteorology, Climatology, Agricultural Meteorology".

The main indicator of the safe state of urban environment is a human. Factors affecting humans can be found in Fig. 1.

Fig. 1. Factors affecting humans in urban environment

**Качество атмосферного воздуха.** Одним из компонентов природной среды является атмосферный воздух, который, кроме климатических показателей (скорость ветра, температура и влажность воздуха), характеризуется ПДК газа и твердых частиц. Факторами загрязнения воздуха являются: вредные промышленные предприятия; объекты энергетики; автотранспорт; жизнедеятельность биологических организмов, в т.ч. человека; площадки сбора, длительного хранения твердых бытовых отходов и др. Для борьбы с загрязнением воздуха применяются:

- повышение качества топлива (сокращение сернистости, зольности и т.п.);
- улучшение режимов сгорания топлива, преобразование ядовитых газов в менее опасные химические элементы (котлы с центральноп кипящим слоем);

**Air Quality.** Atmospheric air is one of components of natural environment, which, in addition to climate parameters (wind speed, air temperature and humidity), can be described by maximum allowable concentrations (MAC) of gas and particles. The factors of air pollution include: hazardous industrial facilities, objects of power, automotive transportation, life of biological organisms including humans, sites for collection, long-term storage of solid household waste, etc. The following measures are used to reduce the air pollution:

- increasing the quality of fuel (reducing sulfur, ash content, etc.);
- improving the combustion modes of the fuel, converting poisonous gases into less dangerous chemical elements (boilers with central fluidized bed);

- высокопродуктивная очистка отработанных газов;
- использование в строительстве фотокаталитических материалов для очистки атмосферного воздуха;
- устройство саркофагов (панцирей) на площадках длительного хранения твердых бытовых отходов с устройством организованного сбора метана и пр.

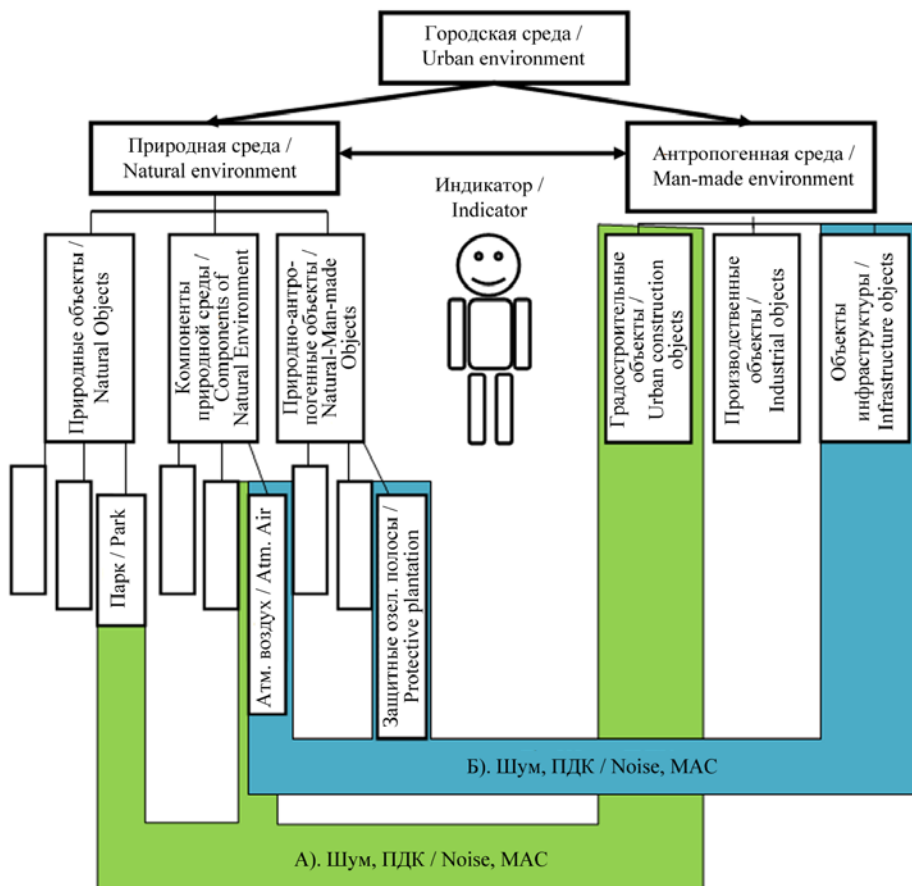
Кроме того, ведутся исследования по оздоровлению городской среды природными объектами.

Например, оценивается влияние природных объектов общего пользования (парки, скверы, бульвары и т.п.) на близлежащие жилые зоны (шумо- и пылепоглощение, производство кислорода) [2]. Оценивается потенциальная (существующая) мощность загрязнения от антропогенного объекта, и определяется количественная характеристика природного объекта для компенсации вреда (рис. 2) [3]. Но такие изыскания не учитывают господствующее направление ветра и сезонность, связанную с вегетационным периодом растений.

- high-performance treatment of exhaust gases;
- using photocatalytic material in construction for treatment of atmospheric air;
- installation of confinements (shells) on sites for long-term storage of solid household waste with organized methane collection, etc.

In addition, research is conducted in the field of sanitation of the urban environment with natural objects.

E.g., effect of public natural objects (parks, squares, parkways, etc.) on nearby populated areas (noise and dust absorption, oxygen production) is assessed [2]. Potential (existing) pollution rate of man-made object is assessed, and quantitative parameters of natural object required to compensate for the damage are calculated (fig. 2) [3]. However, such studies do not take into account prevailing direction of wind and seasonality, connected with the vegetation period of the plants.



**Рис. 2.** Примеры областей исследования городской среды: ■ — влияние природных объектов общего пользования на градообъекты [2]; ■ — влияние объектов инфраструктуры на компоненты природной среды [3]

**Fig. 2.** Examples of areas of research of urban environment: ■ — effect of the public natural objects on the city objects [2]; ■ — effect of infrastructure objects on components of natural environment [3]

**Микроклимат.** Городская среда формирует особые климатические условия деятельного слоя земли. Главная причина этого процесса заключается в способности антропогенных объектов генерировать, а их поверхностей — отражать, накапливать энергию значительно отличающейся от объектов природной среды. На основе моделирования радиационных и тепловых балансов антропогенных поверхностей делаются прогнозы микроклимата городских территорий.

Для моделирования городского микроклимата необходимо расширять область исследования в структуре городской среды по сравнению с областью исследования ранее приведенных примеров, но по объективным (на сегодняшний день) обстоятельствам исследователям приходится пренебрегать второстепенными факторами: например, не учитывается пространственная ориентация городских каньонов (улиц) или отражательная способность различных поверхностей приводится к единому интегральному альбедо территории, на которой эти поверхности расположены [4, 5].

**Природные сообщества как индикаторы безопасного состояния города.** В упомянутых исследованиях в основном используют метод «воздействие–реакция». Избирая индикатором представителей флоры, на сегодняшний день затруднительно делать прогнозы с высокой степенью событийности по многим причинам, в т.ч. потому, что все территории характеризуются своими природно-климатическими факторами; отсутствуют нормативные ПДК вредных веществ, воздействующих на представителей флоры из-за их видового разнообразия; разнообразия сочетания вредных факторов воздействия; трудности в определении силы и длительности такого воздействия и т.п.

Однако эти исследования вносят свой вклад в оценку состояния городской среды. Так, при обследовании древесных сообществ (дендроиндикация) города Красноярска по их биометрическим параметрам (высота, диаметр ствола, состояние кроны и пр.) было выявлено четыре типа градостроительных условий с различными плотностями техногенных нагрузок от удовлетворительных до критических (рис. 3) [6].

**Microclimate.** Urban environment forms certain climate conditions of active layer of the soil. The main cause of this process lies in the ability of man-made objects to generate energy, and ability of their surface to reflect, accumulate energy, such properties being significantly different from those of components of natural environment. Microclimate forecasts for urban areas are created on the basis of modeling radiation and heat balances of man-made surfaces.

For the purposes of modeling the city microclimate, area of research in the structure of the urban environment should be expanded, compared to the area of research in the examples presented above; still, due to objective (as of today) reasons, researchers have to neglect secondary factors: for example, orientation of city canyons (streets) in space is not considered, or reflective properties of various surfaces are unified in integrated albedo of the area where such surfaces are located [4, 5].

**Natural associations as indicators of safe state of the city.** The abovementioned research mainly implements method of "action–reaction". If representatives of flora are selected as indicators, as of today, it is hard to make forecasts with high degree of probability due to many reasons, including the fact that all territories feature individual natural and climate conditions; there are no standard MAC of hazardous substances affecting the flora due to diversity; various combinations of hazardous factors; complications in determining degree and duration of such effect, etc.

However, this research contributes to the assessment of condition of the urban environment. For example, in the course of studying the tree associations (dendroindication) of the Krasnoyarsk city by biometric parameters (height, diameter of trunk, state of crown, etc.), four types of urban development conditions were discovered with various degree of man-induced loads, from acceptable to critical (Fig. 3) [6].

Примеры областей исследования городской среды, их индикаторы, критерии и методы сведены в таблицу.

Examples of the research field of urban environment, complete with indicators, criteria, and methods are summarized in the table.

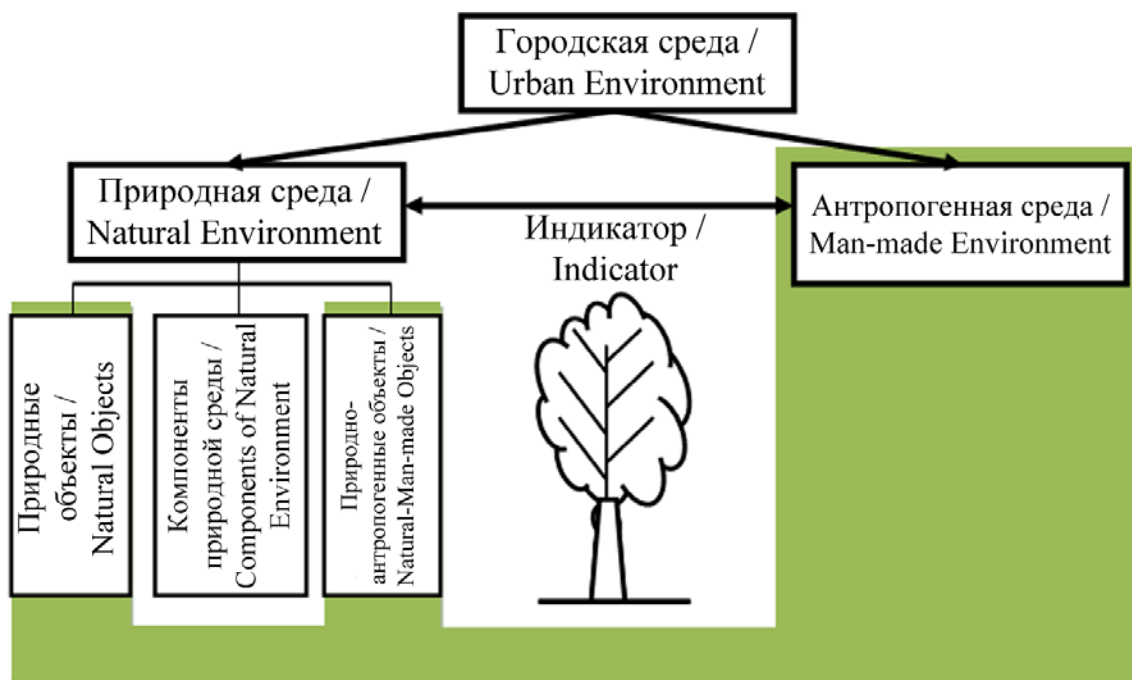


Рис. 3. Пример области исследования городской среды по дендроиндикатору

Fig. 3. Example of Survey of Urban Environment Using Dendroindicator

Характеристики областей исследования городской среды

Description of the urban area research fields

Область исследования / ResearchArea	Индикатор / Indicator	Критерий / Criteria	Методы / Methods	Оценка / Assessment
Влияние антропогенных объектов на компоненты среды / Effect of man-made object on components of the environment	Человек / Human	Нормы ПДК вредных веществ в воздухе / MAC levels for hazard substances in air	Расчеты, замеры, интегральные карты загрязненных территорий / Calculations, measurements, integrated maps of polluted areas	Объективная / Objective
Механизм формирования микроклимата городов / Mechanism of development of city microclimate	Человек / Human	Нормируемая скорость ветра, диапазон теплоощущения человека, индекс патогенности погоды и т.п. / Rated wind speed, human heat-feeling range, weather pathogenicity index, etc.	Расчеты, замеры, интегральные карты перегретых территорий и альbedo / Calculations, measurements, integrated maps of overheated areas and albedo	Объективная / Objective
Влияние городской среды на природные объекты / Effect of the urban environment on natural objects	Представители флоры, вид-индикатор / Florerepresentatives, markerspecies	Биометрические показатели, эстетические показатели («золотые пропорции» и т.д.) / Biometrical parameters, esthetic parameters ("golden proportions", etc.)	Воздействие — реакция, статистика / Effect — reaction, statistics	Территориальная, субъективная / Areal, judgmental

Плотность городских территорий неуклонно увеличивается. Здания растут ввысь, соединяясь с общественными пространствами через стилобатные и подземные части. Транспортная инфраструктура обеспечивает комфортную связь между частями города. Городской житель практически постоянно находится в нормальных санитарно-гигиенических условиях, создаваемых современными инженерными технологиями, в то время как живая природа из-за плотных антропогенных нагрузок испытывает постоянный стресс, вызывающий ее деградацию и гибель.

По объективным причинам до холистических концепций (провозглашающих целостность всего сущего) экологической безопасности нам далеко, однако назрела необходимость появления таких научно-исследовательских изысканий, где человек рассматривался бы во взаимосвязи с живой природой (рис.4).

Density of urban areas is increasing steadily Height of buildings is increasing, they are connected to the public areas via substructures and underground structures. Transport infrastructure provides comfortable connection between the parts of a city. Urban dweller almost always stays in normal sanitary and hygienic conditions created by modern engineering technologies, while wildlife is under constant stress due to human induced loads, which leads to its degrading and destruction.

Due to objective reasons, we are still far from holistic concepts (that announce unity of all things) of environmental safety, however, the time is ripe for appearance of such scientific research that would study humans in connection to the wildlife (Fig. 4).

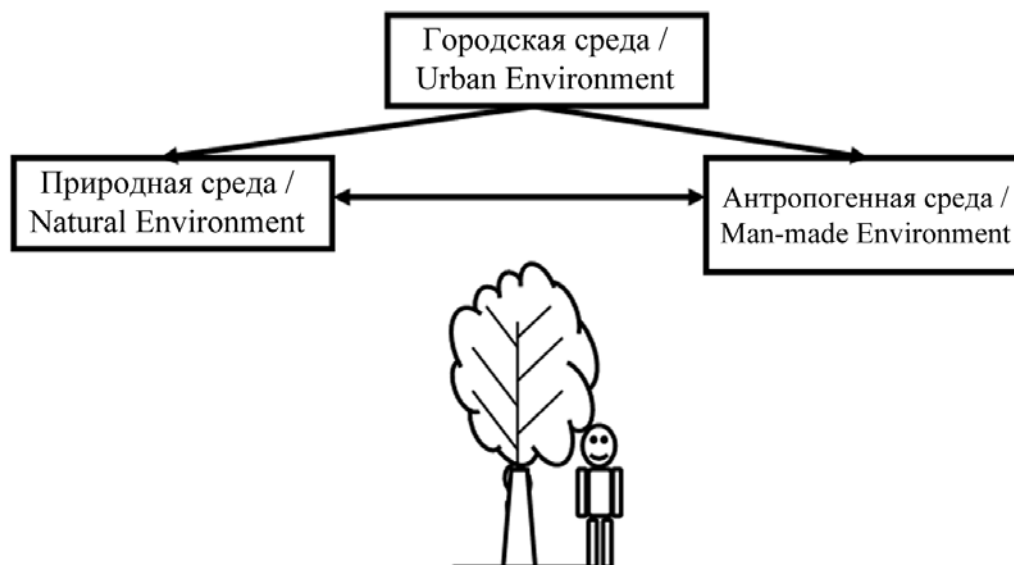


Рис. 4. Взаимосвязь сред

Fig. 4. Interconnection of Environments

В ближайшие 5–10 лет планируется отправить людей на Марс. Если акцент в экологической безопасности будет, как и прежде, ставиться на человека без учета окружающей среды, то человечеству незачем будет лететь так далеко, марсианские пустыни он скоро будет видеть из окон квартиры.

Manned mission to Mars is being planned within the next 5–10 years. If the environmental safety will be concentrated, as before, on humans, without consideration of the environment itself, humanity will have no need to travel so far, as the Martian deserts will soon be seen from their own homes.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Howard L. The climate of London, deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighborhood of the metropolis: 2 v. L: W. Phillips, 1818-20.
2. Прокопенко В.В. Совершенствование методов оценки показателя комфорта объектов общего поль-

#### REFERENCES

1. Howard L. The climate of London, deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighborhood of the metropolis: 2 v. L: W. Phillips, 1818-20.
2. Prokopenko V.V. Sovershenstvovanie metodov otsenki pokazatelya komfortnosti ob'ektov obshchego pol'zovaniya sistemy ozeleneniya krupneyshikh gorodov : dissertatsiya ... kandidata tekhnicheskikh nauk [Improving of Methods for Assessment of Comfort Index of Public Facilities of Landscaping System of Major Cit-

зования системы озеленения крупнейших городов: дис. ... канд. техн. наук. М., 2015. 137 с.

3. Матюшин Д.В. Исследование биосферной совместимости городской среды от воздействия объектов транспортного строительства: дис. ... канд. техн. наук. М., 2016. 200 с.

4. Мягков М.С. Механизм формирования теплового баланса в городской застройке на примере г. Москвы: дис. ... канд. техн. наук. М., 2004. 129 с.

5. Константинов П.И. Изменение летних условий микроклимата московского мегаполиса в условиях глобального потепления: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2011. 102 с.

6. Авдеева Е.В. Зеленые насаждения в мониторинге окружающей среды крупного промышленного города (на примере г. Красноярска): дис. ... д-р с.-х. наук. Красноярск, 2008. 382 с.

Поступила в редакцию в июне 2016 г.

ies : Thesis ... Candidate of Technical Sciences]. Moscow, 2015, 137 p. (In Russian)

3. Matyushin D.V. Issledovanie biosfernoy sovmestimosti gorodskoy sredy ot vozdeystviya ob'ektov transportnogo stroitel'stva : dissertatsiya ... kandidata tekhnicheskikh nauk [Research of Biospheric Compatibility of Urban Environment with an Impact of Transport Construction Facility : Thesis ... Candidate of Technical Sciences]. Moscow, 2016, 200 p. (In Russian)

4. Myagkov M.S. Mekhanizm formirovaniya teplovogo balansa v gorodskoy zastroyke naprimere g. Moskvy : dissertatsiya ... kandidata tekhnicheskikh nauk [Mechanism of Formation of Heat Balance in Urban Built-up Areas as Exemplified by the City of Moscow : Thesis ... Candidate of Technical Sciences]. Moscow, 2004, 129 p. (In Russian)

5. Konstantinov P.I. Izmenenie letnikh usloviy mikroklimate moskovskogo megapolisa v usloviyakh global'nogo potepeniya : dissertatsiya ... kandidata geograficheskikh nauk [Change of Summer Microclimate Conditions of the Moscow Metropolitan in the Context of Global Warming : Thesis ... Candidate of Geographical Sciences]. Moscow, 2011, 102 p. (In Russian)

6. Avdeeva E.V. Zelenye nasazhdeniya v monitoring okruzhayushchey sredy krupnogo promyshlennogo goroda (naprimere g. Krasnoyarska) : dissertatsiya ... doktorasel'skokhozyaystvennykh [Green Planting in the Large Industrial City Environmental Monitoring (as Exemplified by the City of Krasnoyarsk) : Thesis ... Doctor of Agricultural Sciences]. Krasnoyarsk, 2008, 382 p. (In Russian)

Received in June 2016.

Об авторе: Сумеркин Юрий Алексеевич, старший преподаватель кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики, **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, sumerk1n@mail.ru.

About the author: **Yuriy Alekseevich Sumerkin** — Senior Lecturer, Department of Construction of Facilities of Thermal and Nuclear Power Engineering, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavl'skoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation

Для цитирования:

Сумеркин Ю.А. Обзор научно-исследовательских изысканий в вопросах экологической безопасности городской среды населенных пунктов России // Строительство: наука и образование. 2017. Том 7. Выпуск 1 (22). Ст. 3. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

For citation:

Sumerkin Yu.A. Obzornauchno-issledovatel'skikh izyskaniy v voprosakh ekologicheskoy bezopasnostigorodskoy sredynaselennykh punktov Rossii [Review of Scientific Research in the Field of Environmental Safety of Urban Environment of Settlements in the Russian Federation]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2017, vol. 7, issue 1 (22), paper 3. (In Russian). Available at: <http://www.nso-journal.ru>.