



УДК 69

**Большеротов Аркадий Леонидович**

доктор технических наук, доцент

E-mail: bark1091@mail.ru

**Институт повышения квалификации руководящих работников ООО «БАРК-91»**

Адрес организации: 127572, Россия, г. Москва, ул. Абрамцевская д. 9, к. 1

## **Методические основы оценки экологической безопасности строительства на урбанизированных территориях**

### **Аннотация**

*Постановка задачи.* Оценка воздействия на окружающую среду является составной частью каждого строительного проекта. Достоверность оценки подвергается обязательной государственной экспертизе. Однако единого обоснованного подхода к разработке оценки воздействия на окружающую среду для урбанизированных территорий нет. Методика разработки оценки воздействия на окружающую среду требует обоснованной формализации. Целью исследования является создание методических основ разработки оценки воздействия на окружающую среду строительных проектов для урбанизированных территорий. Задача исследования – разработать инструментарий оценки.

*Результаты.* В результате исследований были выявлены основные методологические подходы и инструменты оценки. В систему методологических подходов к оценке введены понятия экологический резерв, степень концентрации, эффект экологического резонанса, эмерджентность прямого и опосредованного воздействия на окружающую среду техногенных факторов и другие.

*Выводы.* Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что необходимость обоснованной методики разработки оценки воздействия на окружающую среду на новых методологических принципах и методах оценки крайне актуальна, так как на сегодняшний день нет единого системного подхода к оценке экологического воздействия объекта строительства на окружающую среду урбанизированной территории.

**Ключевые слова:** экспертиза строительства, экологический паспорт территорий, экологическая безопасность, степень концентрации недвижимости, экологический резерв, порог экологической безопасности.

### **Введение**

Специальная методология оценки экологической безопасности строительных объектов до последнего времени отсутствовала. Оценка велась прямыми расчётами по нормативам, или осуществлялись непосредственные инструментальные исследования и замеры. Однако существует принципиальная разница в оценке между естественной и искусственной экосистемой. В искусственной экосистеме как таковой живой природной среды нет, есть только элементы живой природы. В естественной экосистеме, наоборот, основное внимание следует уделить живой природе [1]. Целью исследования является создание методических основ разработки оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) строительных проектов для урбанизированных территорий; задача исследования – разработать инструментарий оценки. В качестве стратегической методологии оценки экологической безопасности используется, принятое ООН на конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 г., определение, в котором заявлено, что обеспечение экологической безопасности – это, прежде всего, создание условий качественной жизни человека, создание условий сохранения здоровья людей при сохранности и живой природы (Экологическая доктрина Российской Федерации Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 г. № 1225-р. М. : Российская газета. № 7958. 10.09. 2002 г. С. 3.). Для естественной экосистемы все три принципа актуальны, а вот для искусственной актуальны только первые два. Природной среды со всеми её элементами и признаками на урбанизированных территориях нет. Отсутствует на урбанизированных территориях и основной регулятор жизни природной флоры и фауны – гомеостаз. Можно

утверждать, что на урбанизированных территориях есть только декоративные элементы живой природы, которые появляются и исчезают по воле человека. Зачастую, при озеленении и оформлении городских территорий живыми растениями, деревьями, соседствуют растения, никогда не живущие рядом в естественной среде, например, африканские пальмы и северные берёзы, кактусы и туи и т.д.

Поэтому, оценивая безопасность нового объекта строительства или застраиваемой территории, в расчёт принимается только два фактора экологической безопасности из трёх: необходимость обеспечения качества жизни людей и сохранение их здоровья. Обеспечение этих факторов обязательно положительно скажется на городских природных объектах, так как зелёные насаждения являются основой комфортной среды обитания человека и способствуют качеству атмосферного воздуха, поглощая углекислый газ и выделяя кислород.

При оценке воздействия на окружающую среду (раздел ОВОС в составе строительного проекта) объекта, проектируемого в зоне природного биотопа или рядом с ним, уже обязательно необходимо учитывать все три критерия безопасности: качество жизни, здоровье населения и сохранение живой природы. В естественной природной среде, в отличие от искусственной среды, то, что хорошо человеку не всегда бывает хорошо природе, а, чаще всего, наоборот. Создавая очередной объект инфраструктуры человека для повышения качества жизни, происходит негативное воздействие на природную среду, угнетая или вовсе уничтожая её.

### **Структура основных показателей оценки экологической безопасности**

Научным исследованиям в сфере экологической безопасности посвящены многочисленные труды многих учёных, в частности Графкиной М.В., Сушко В.А., Сокольской Е.В., однако единого подхода к проблеме пока не выработано в связи со сложностью и многогранностью проблемы. Кроме того, существует определённый конфликт интересов цивилизационного развития общества, производства и природоохранной деятельности [2-6].

### **Экологический фон**

Первый шаг в оценке экологической безопасности – достоверное определение экологического фона территории предполагаемого строительства. Основная проблема достоверной оценки состояния окружающей среды и величины техногенного воздействия на неё проектируемого строительного объекта состоит в том, что не учитывается, повсеместно имеющаяся в данном месте, техногенная нагрузка на окружающую среду, где планируется строительство. Поэтому и строительство ведётся на территориях, где загрязнение окружающей среды превышает все допустимые нормы.

Это в первую очередь относится к крупным промышленным центрам. Например, исследования, проводимые автором несколько лет назад в одном из самых неблагополучных, с экологической точки зрения, городов России – в г. Новокузнецке Кемеровской области, показали, что загрязнение атмосферы в районе металлургического завода ЗАПСИБ достигает по отдельным показателям в неблагополучный период 180 ПДК (!), загрязнение в районе алюминиевого и ферросплавного завода достигает 240 ПДК (!) [7]. Такой уровень загрязнения не совместим со здоровой жизнью, и приводит к тяжёлым хроническим заболеваниям. Но во всех этих районах живут люди, город постоянно строится и все строительные проекты благополучно проходят государственную экологическую экспертизу именно потому, что существующая методология оценки НЕ учитывает экологический фон территории застройки. Строительство ведётся там, где надо срочно проводить мероприятия по улучшению экологической обстановки – переоборудовать вредные производства новым экологичным оборудованием, принять новые доступные технологии (НТД), установить или улучшить фильтрующее, защитное оборудование [8, 9]. Возможно при такой критической экологической обстановке принять и более радикальные меры, такие как перепрофилирование или вообще закрытие вредных производств, перемещение экологически вредных предприятий в безопасное для жителей место. Возможен вариант переселения людей в безопасные для здоровья места проживания. Безусловно, это крайне

затратные варианты решения экологической проблемы в таких городах, но жизнь и здоровье людей дороже. В г. Новокузнецке в 90-х годах установлен антирекорд средней продолжительности жизни – 49 лет у мужчин и 54 года у женщин. Это яркий показатель именно экологического неблагополучия города и не учитывать существующий экологический фактор (экологический фон) при новом строительстве не допустимо [10].

В любых других, более благополучных с экологической точки зрения, поселениях также необходимо учитывать при проектировании, строительстве и разработке ОВОС экологический потенциал территории застройки – способность среды обитания человека выдержать или компенсировать за счёт своей резистентности и упругости дополнительное воздействие от нового строящегося элемента инфраструктуры и остаться в границах устойчивого состояния, т.е. обеспечить нормативное качество среды обитания человека с уровнем загрязнения менее 1 ПДК (предельно-допустимую концентрацию загрязняющих веществ любой из сред: воздух, вода, почва), что обеспечит качественную жизнь и сохранит здоровье населению [11]. Графически (рис. 1) представлено качество окружающей среды до и после техногенной нагрузки от нового построенного элемента инфраструктуры территории застройки.

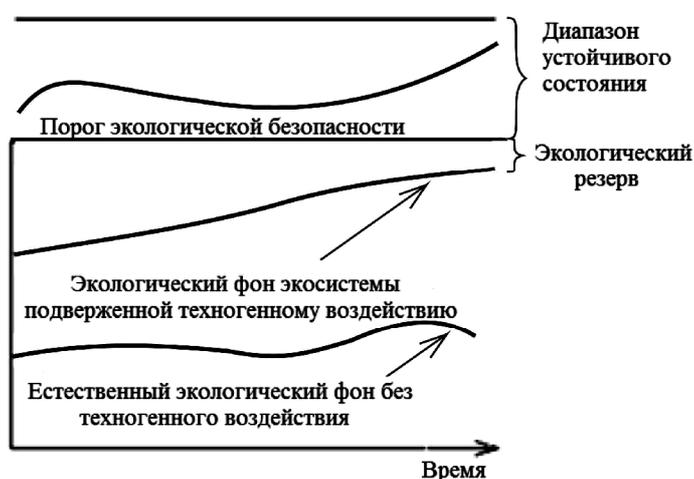


Рис. 1. Структура и место экологических показателей экосистемы (иллюстрация автора)

Экологический фон оцениваемой территории – основной критерий качества окружающей среды, определяющий потенциал развития и застройки территории. При экологическом фоне, превышающем 1 ПДК любого загрязнителя, строительство не допустимо и усилия должны быть направлены только на улучшения качества окружающей среды до нормативного.

### Экологический резерв

Для того, чтобы развивать территорию должен быть допустимый резерв возможности этой территории безопасно для окружающей среды и людей увеличивать количество техногенного воздействия. Поэтому вторым контрольным показателем состояния окружающей среды является экологический резерв территории застройки. Экологический резерв, отмеченный на рис. 1, – это остаточная резистенция искусственной экосистемы, которая возникает как результат появления на оцениваемой территории нового объекта инфраструктуры.

Экологический резерв территории (ЭР) равен разнице между предельно-допустимой концентрацией загрязнения (ПДК) и уровнем экологического фона (ЭФ). Измеряется в единицах ПДК (1):

$$\text{ЭР} = \text{ПДК} - \text{ЭФ}. \quad (1)$$

Экологический резерв не остаётся на одном уровне и меняется в течение суток, зависит от дня недели, месяца, времени года.

В процессе проектирования строительного объекта рассчитывается уровень его техногенной нагрузки (ТН) – человека и среду его обитания. Если эта величина меньше или равна экологическому резерву территории ( $ТН \leq ЭР$ ), то появление на данной территории нового элемента инфраструктуры возможно без ущерба качеству окружающей среды. Сумма величин экологического фона и техногенной нагрузки от объекта не должна превышать ПДК в любое время суток, недели, года (2):

$$ЭФ + ТН \leq ПДК. \quad (2)$$

Экологический резерв – это потенциал развития территории. Если экологический резерв недостаточный или его нет, развитие территории без ущерба окружающей среде и здоровью населения невозможно.

### Порог экологической безопасности

Колебания устойчивого состояния экосистемы должны находиться в безопасной для окружающей среды и здоровья населения зоне. Отсюда третий показатель окружающей среды, необходимый для оценки окружающей среды: порог экологической безопасности – это уровень загрязнения, при котором наступает опасность для здоровья населения. То есть, когда хотя бы один из контролируемых показателей качества воздуха, воды, почвы достиг значения 1 ПДК. При определении порога экологической безопасности необходимо учитывать также и колебания уровня загрязнения окружающей среды в течение суток, недели, времени года – диапазон устойчивого состояния экосистемы.

На рис. 2-4 представлены графики изменения состояния окружающей среды для города Москвы.

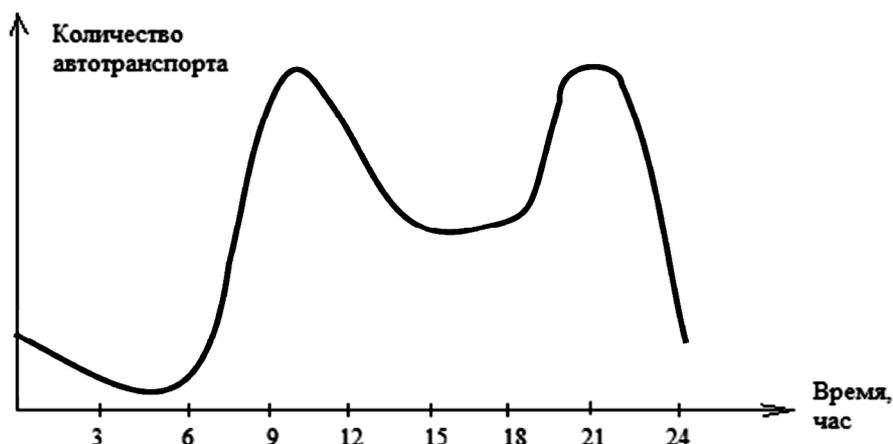


Рис. 2. Колебания уровня загрязнения атмосферы в течение суток (иллюстрация автора)

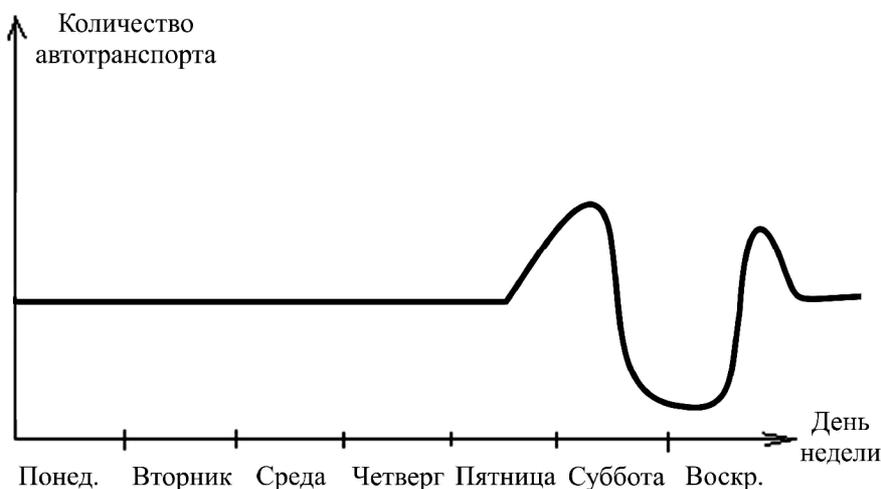


Рис. 3. Колебания уровня загрязнения атмосферы в течение недели (иллюстрация автора)

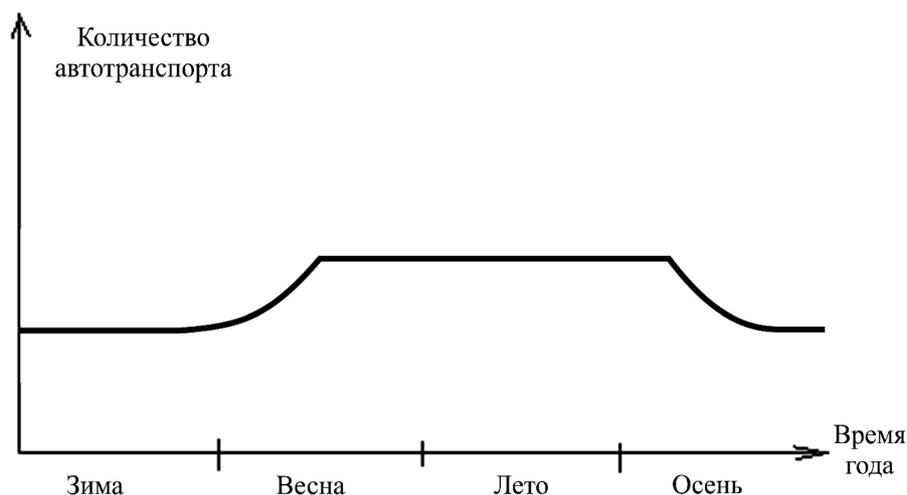


Рис. 4. Колебания уровня загрязнения атмосферы в течение года (иллюстрация автора)

В разных населённых пунктах эти данные должны корректироваться для местных условий, а также колебания показателя диапазона устойчивого состояния зависит, в значительной степени, от климатических условий нахождения территории. В регионах с тёплым климатом колебания диапазона устойчивого состояния имеют меньшую амплитуду по сравнению с северными территориями в силу более мягких перепадов температуры в течение года. Однако на экологические показатели и колебания показателей загрязнения окружающей среды влияют количество и частота осадков; сила, направление ветров; роза ветров; рельеф местности; наличие и величина водных объектов, формирующих в значительной степени климат и погоду территории.

Порог экологической безопасности относительно диапазона устойчивого состояния для экологически благополучных территорий всегда находится выше верхней точки колебания синусоиды диапазона. Для экологически неблагополучных территорий порог экологической безопасности находится в зоне колебания диапазона или выходит за его пределы.

#### **Эффект экологического резонанса**

На качество окружающей среды оказывают влияние сотни факторов. Поэтому управление качеством окружающей среды должно учитывать потенциальную возможность негативного сценария развития событий, когда неблагоприятные условия возникают в одном месте и в одно время.

Колебания показателей экосистемы, это сумма колебаний всего множества экологических показателей. Однако для любой колебательной системы возможно наложение амплитуд колебаний различных показателей в одной точке и в одно время. В результате такого наложения появляется явление резонанса – резкое увеличение амплитуды колебания. Явление резонанса в любой колебательной системе: в механике, социологии, политике, экономике и пр. приводит, как правило, к серьёзным негативным последствиям. Резонанс в колебательных системах, параметры которых зависят от состояния системы, то есть в нелинейных системах, имеет более сложный характер, чем в линейных системах. Кривые резонанса в нелинейных системах могут стать резко не симметричными, и явление резонанса может наблюдаться при различных соотношениях частот воздействия и часто собственных малых колебаний системы.

Примером такой нелинейной системы может стать искусственная экосистема селитебных зон поселений, городов, подвергаемых различному техногенному давлению многих элементов, из которых она состоит, в частности, объектов недвижимости. Техногенные факторы совершенно не зависимы друг от друга, и могут действовать в хаотичном порядке. Однако одновременное действие множества факторов периодически создаёт пики суммарной техногенной нагрузки, которая соответственно отражается на состоянии экосистемы. А так как периодичности пиковой нагрузки нет, и она может возникнуть в любой момент, в том числе, подряд близко во времени, резонансная кривая

может иметь различный вид, чаще не симметричный. Резкое ухудшение качества экологической системы, есть проявление эффекта экологического резонанса (рис. 5.) – фактора риска, который необходимо учесть при оценке экологической безопасности территории застройки.

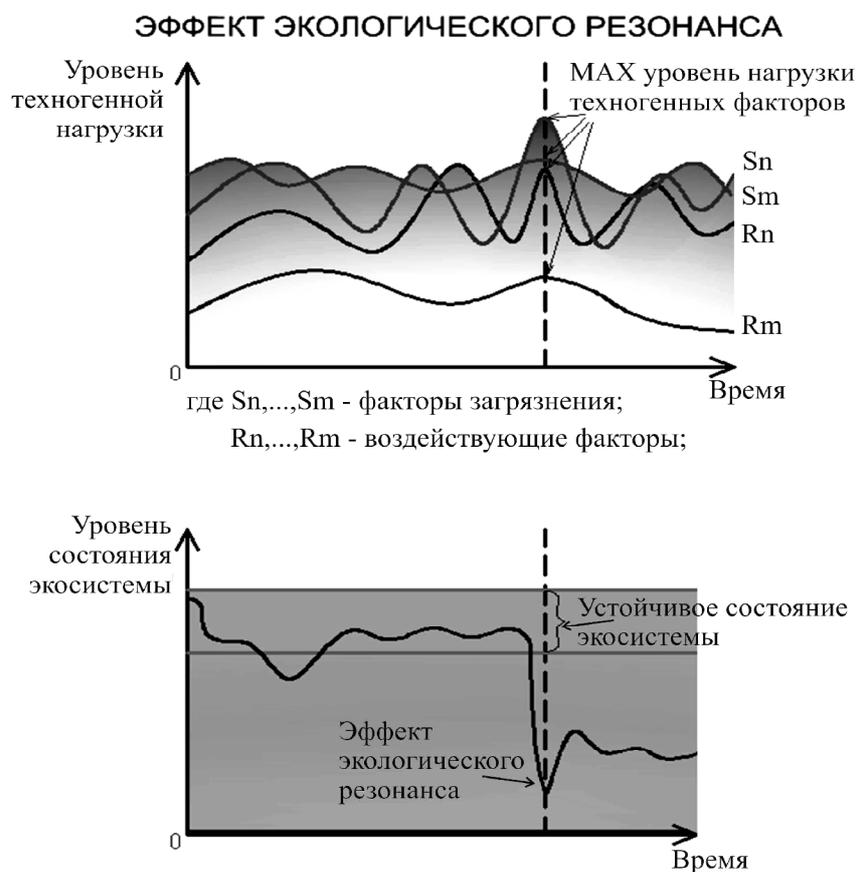


Рис. 5. Эффект экологического резонанса (иллюстрация автора)

Соединение в одной точке одновременно комплекса негативных показателей экосистемы приводит к экологическим катаклизмам. Примером тому, может служить аномально тёплая и бесснежная зима этого года. В истоках этого явления стоит разобраться, вполне возможно причиной природных аномалий является непродуманная или, наоборот, запланированная деятельность человека, которую необходимо учесть для предотвращения будущих экологических проблем.

Эффект экологического резонанса – это наиболее не благоприятный вариант развития событий. Недопущение его – важная стратегическая задача управления качеством окружающей среды. Актуальным характерным примером является ситуация с COVID-19 – одним из факторов экологической безопасности. Для предотвращения неуправляемого взрывного развития эпидемии, подавляющее большинство стран ввело режим самоизоляции, что является достаточно эффективной мерой в данных условиях. Математическая модель эффекта экологического резонанса полностью коррелируется с моделью развития эпидемии COVID-19.

#### **Эмерджентность и «степень концентрации»**

Комплекс показателей безопасности окружающей среды прямого действия необходимо дополнить показателями опосредованного воздействия, к которым относятся эмерджентность и «степень концентрации».

Проявлением опосредованного воздействия объекта строительства на окружающую среду является фактор эмерджентности, требующий обязательного учёта при оценке экологической безопасности. Под опосредованным воздействием понимаем создание

условий для появления нового общего для всей территории строительства техногенного фактора, отсутствующего у каждого отдельно взятого объекта, исходя из принципа эмерджентности. Таким важным фактором является показатель «степени концентрации строительства» [12, 13].

«Степень концентрации строительства» – это эмерджентный, опосредованный техногенный фактор, пропорциональный величине общего техногенного воздействия инфраструктуры территории строительства.

Совместное техногенное действие всей инфраструктуры оцениваемой территории и порождаемых ей различных случайных техногенных факторов приводит к суммарному результату, независящему и отличному от этих факторов.

Таким образом, экологическая ситуация в больших технических системах, к которым относится и крупное строительство и, особенно, высокая концентрация строительства на ограниченной территории, развивается по принципу эмерджентности, при котором экосистема территории концентрированного строительства обладает качественно новыми свойствами, которые нельзя предсказать, исходя из свойств отдельных её компонентов, характерных для отдельного элемента инфраструктуры. Свойства отдельных элементов экологической системы отличаются от свойства самой системы, в которую они входят.

### **Заключение**

Таким образом, можно установить следующие методологические принципы и инструменты оценки экологической безопасности строительства на урбанизированной территории:

1. Основными инструментами оценки являются: экологический фон территории, экологический резерв, порог экологической безопасности и диапазон устойчивого состояния.

2. Для нелинейной колебательной системы – искусственной экосистемы урбанизированных территорий – при моделировании и расчёте экологической безопасности учитываем вероятность возникновения условий экологического резонанса.

3. Вероятность появления какого-то эмерджентного опосредованного воздействия концентрации строительства на ограниченной территории тем выше, чем выше степень концентрации строительства

Оценка экологической безопасности объекта строительства урбанизированной территории проводится после расчёта на предпроектной стадии строительства до проведения экологической экспертизы, введённого в оборот понятия и методики расчёта – показателя «степени концентрации» оцениваемой территории. Методика расчёта нового универсального показателя «степень концентрации», являющегося основной частью методики ОВОС урбанизированной территории, будет представлен в следующей статье.

### **Список библиографических ссылок**

1. Яблоков А. В., Левченко В. Ф., Керженцев А. С. О концепции «управляемой эволюции» как альтернативе концепции «устойчивого развития» // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 2. С. 4–8.
2. Nault E., Jusselme T., Aguacil S., Andersen M. Strategic environmental urban planning – a contextual approach defining performance goals and informing decision-making // Building and Environment. 2020. Т. 168. P. 106448.
3. Wang Y., Li Y., Xue Y., Martilli A., Shen J., Chan P. W. City-scale morphological influence in diurnal air temperature // Building and Environment. 2020. Т. 169. P. 106527.
4. Efthimiou G. C., Venetsanos A., Andronopoulos S., Kovalets I. V., Argyropoulos C. D., Kakosimos K. E. Evaluation of an inverse modelling methodology for the prediction of a stationary point pollutant source in complex urban environments // Building and Environment. 2018. Т. 143. P. 107–119.

5. Nosek S., Kukačka L., Kluková Z., Jaňour Z., Fuka V. Street-canyon pollution with respect to urban-array complexity: the role of lateral and mean pollution fluxes // *Building and Environment*. 2018. Т. 138. Р. 221–234.
6. Насонов А. Н., Кульнев В. В., Графкина М. В. Моделирование динамики и прогноза экологических состояний воздушной среды селитебных территорий // *Экология и развитие общества*. 2019. № 2 (29). С. 56–63.
7. Сушко В. А., Бухтиярова И. Н., Зубова О. Г. Экология как фактор формирования качества жизни: методология социологического анализа // *Экология и промышленность России*. 2018. Т. 22. № 2. С. 58–63.
8. Писаренко П. В., Самойлик М. С., Плаксиенко И. Л., Колесникова Л. А. Концептуальные основы обеспечения ресурсно-экологической безопасности в регионе // *Теоретическая и прикладная экология*. 2019. № 2. С. 137–142.
9. Сокольская Е. В., Кочуров Б. И., Долгов Ю. А., Лобковский В. А. Многофакторная модель как основа для управления качеством окружающей среды урбанизированных территорий // *Теоретическая и прикладная экология*. 2018. № 2. С. 26–34.
10. Васенина И. В., Сушко В. А. Промышленная экология региона и качество жизни местного населения // *Экология и промышленность России*. 2018. Т. 22. № 11. С. 66–71.
11. Большеротов А. Л., Большеротова Л. В. Существующие методы оценки загрязнения окружающей среды и воздействия на неё // *Жилищное строительство*. 2012. № 11. С. 37–41
12. Жарницкий В. Я., Большеротова Л. В. Теория управления недвижимостью. М. : БАРК-91, 2015. 198 с.
13. Жарницкий В. Я., Большеротова Л. В., Андреев Е. В. Управление недвижимостью. М. : МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. 137 с.

**Bolsherotov Arkady Leonidovich**

doctor of technical sciences, associate professor

E-mail: [bark1091@mail.ru](mailto:bark1091@mail.ru)

**Institute of Advanced Training of Managers of LLC «BARK-91»**

The organization address: 127572, Russia, Moscow, Abramtsevskaya str., 9, h. 1

**Methodological basis for assessment of environmental safety  
of construction in urbanized territories**

**Abstract**

*Problem statement.* Environmental Impact Assessment (EIA) is an integral part of each construction project. The reliability of the assessment is subject to mandatory State expertise. However, there is no one-size-fits-all approach to EIA development for urbanized territories. The EIA methodology requires sound formalization. The aim of the study is to create methodological bases for the development of EIA construction projects for urbanized areas, the task of the study is to develop assessment tools.

*Results.* The studies identified key methodological approaches and assessment tools. The system of methodological approaches to assessment includes the concepts of ecological reserve, degree of concentration, effect of ecological resonance, emergence of direct and indirect impact on the environment of man-made factors and others.

*Conclusions.* The need for a sound methodology for the development of EIA based on new methodological principles and methods of assessment is extremely relevant, as today there is no unified systematic approach to the assessment of the environmental impact of the construction facility on the environment of the urbanized territory.

**Keywords:** construction expertise, ecological passport of territories, ecological safety, degree of real estate concentration, ecological reserve, threshold of ecological safety.

### References

1. Yablokov A. V., Levchenko V. F., Kerzhenov A. S. On the concept of «managed evolution» as an alternative to the concept of «sustainable development» // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2017. № 2. P. 4–8.
2. Nault E., Jusselme T., Aguacil S., Andersen M. Strategic environmental urban planning – a contextual approach defining performance goals and informing decision-making // *Building and Environment*. 2020. T. 168. P. 106448.
3. Wang Y., Li Y., Xue Y., Martilli A., Shen J., Chan P. W. City-scale morphological influence in diurnal air temperature // *Building and Environment*. 2020. T. 169. P. 106527.
4. Efthimiou G. C., Venetsanos A., Andronopoulos S., Kovalets I. V., Argyropoulos C. D., Kakosimos K. E. Evaluation of an inverse modelling methodology for the prediction of a stationary point pollutant source in complex urban environments // *Ekologiya i razvitiye obshchestva*. 2018. T. 143. P. 107–119.
5. Nosek S., Kukačka L., Kluková Z., Jaňour Z., Fuka V. Street-canyon pollution with respect to urban-array complexity: the role of lateral and mean pollution fluxes // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2018. V. 138. P. 221–234.
6. Nasonov A. N., Kulnev V. V., Grafkin M. V. Simulation of dynamics and forecast of ecological conditions of air environment of selitebic territories // *Ecology and development of society*. 2019. № 2 (29). P. 56–63.
7. Sushko V. A., Buchtiyarov I. N., Zubova O. G. Ecology as a factor of quality of life formation: methodology of sociological analysis // *Ecology and industry of Russia*. 2018. T. 22. № 2. P. 58–63.
8. Pisarenko P. V., Samoilik M. S., Plaksienko I. L., Kolesnikov L. A. Conceptual foundations for ensuring resource and environmental safety in the region // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2019. № 2. P. 137–142.
9. Sokolskaya E. V., Kochurov B. I., Dolgov Yu. A., Lobkovsky V. A. Multi-factor model as the basis for environmental quality management of urbanized territories // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2018. № 2. P. 26–34.
10. Vasenina I. V., Sushko V. A. Industrial ecology of the region and quality of life of the local population // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2018. T. 22. № 11. P. 66–71.
11. Bolsherotov A. L., Bolsherotova L. V. Existing methods of assessment of environmental pollution and impact on it // *Zhilishchnoye stroitel'stvo*. 2012. № 11. P. 37–41.
12. Zharnicki V. J., Bolsherotova L. V. *Theory of Real Estate Management*. M. : BARK-91, 2015. 198 p.
13. Zharnicki V. J., Bolsherotova L. V., Andreev E. V. *Real Estate Management*. M. : IMHA named after K.A. Timiryazev. 2016. 137 p.