

УДК 504.064

*П. М. Жук*

*Московский архитектурный институт (Государственная академия) — МАРХИ*

## **ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ В ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПО ЖИЗНЕННОМУ ЦИКЛУ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Включение территориальных критериев в оценку жизненного цикла строительных материалов является актуальной задачей как с научной точки зрения, так и в плане совершенствования нормативной базы. Среди территориальных критериев можно выделить оценку пространственных единиц, состояния экосистем и биоиндикационных показателей. В качестве конкретных критериев рассматривались коэффициент нарушенности ландшафтов и такие инженерно-экологические характеристики территории, как индекс экологической емкости и репродуктивная способность по кислороду. В качестве референсного биоиндикационного показателя принимались показатели изменения состояния ткани листьев (рост некрозов и поражения ткани). В работе проведено сопоставление критериев из разных групп для производств разных строительных материалов, а также определен потенциал биоразнообразия для материалов из массивной древесины. Потенциал разнообразия позволил учесть категории, связанные с возрастной структурой леса, разнообразием видов, количеством здоровых деревьев, размерами охраняемых зон и негативными процессами в экосистемах леса (например, пожарами). На основании этих категорий в конкретных локациях рассчитан потенциал биоразнообразия. Полученные данные свидетельствуют о хорошей сопоставимости критериев разных групп и повышении адекватности оценки жизненного цикла в случае их использования. Важное место при изучении территориальных критериев должен занимать их динамический мониторинг, что в дальнейшем позволяет прогнозировать развитие ситуации. Значимую роль в мониторинге территориальных критериев оценки жизненного цикла должны занять средства компьютерной обработки данных о состоянии окружающей среды. Намечены направления развития территориальных критериев для оценки жизненного цикла строительных материалов.

**Ключевые слова:** территориальные критерии, инженерно-экологические характеристики, оценка воздействий жизненного цикла, оценка биоразнообразия.

### **Введение**

Рост количества объектов недвижимости, прошедших процедуру экологической сертификации, которая требует применения значительного процента сертифицированных строительных материалов, является одним из механизмов реализации государственной политики в области экологического развития, основы которой на период до 2030 г. утверждены Президентом Российской Федерации 30.04.2012 г. Это полностью согласуется с положениями «Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 19.05.2016 г. №868-р. При этом специалисты отмечают, что изменение характера землепользования и потеря биоразнообразия при строительстве промышленных предприятий недостаточно принимаются во внимание в рамках оценки воздействия на окружающую среду по жизненному циклу строительных материалов [1].

Включение критериев биоразнообразия в оценку жизненного цикла продукции является актуальным вопросом современных исследований как на научном уровне, так и на уровне совершенствования нормативно-правовой

базы. В частности, концепция интеграции показателей биоразнообразия в жизненный цикл проработана для биотоплива [2, 3]. Также есть системные исследования по развитию экологических балансов путем интеграции критериев биоразнообразия [4] и защите биоразнообразия в системе управления по международным стандартам ИСО 14000 (система управления качеством окружающей среды) [5].

Критерии оценки территорий в рамках жизненного цикла строительных материалов разрабатываются отечественными и зарубежными специалистами. В частности, предлагается определять коэффициент площадной нарушенности ландшафта, а также комплексный экологический критерий, учитывающий изъятие земель и воздействия на растительный и животный мир [6, 7]. Рассматриваются критерии истощения ресурсов, в т. ч. для тех строительных материалов, которые включают невозобновляемые компоненты или составляющие из ресурсов, добываемых в ограниченном количестве. В этом случае в расчет принимается масштаб использования конкретных ресурсов и возможность их замены на отходы различных отраслей промышленности. Обычно при рассмотрении истощения ресурсов принимают во внимание отдельно биотические (биомасса) и абиотические (минеральные, ископаемые) ресурсы. Для этого отдельно рассчитывают фактор дефицита ресурсов. Для абиотических ресурсов он представляет собой отношение количества используемых ресурсов к объему добываемых резервов. А для биотических ресурсов дополнительно вводят коэффициент, учитывающий разность между использованием и приростом за год. Таким образом можно учесть баланс между добычей и потреблением в случае чрезмерного использования [8].

Отдельными группами критериев, которые активно используют в оценке территорий и конкретных природно-техногенных систем, являются такие важные группы критериев, как инженерно-экологические характеристики территорий и биоиндикационные показатели состояния среды [9—11].

Предметом исследования являются критерии оценки территорий, которые можно включать в оценку жизненного цикла строительных материалов. Такие критерии являются актуальными как с точки зрения проведения научных исследований, так и для последующего включения в нормативные правовые акты. **Цель** такого исследования — изучить пригодность критериев для оценки жизненного цикла строительных материалов, их значимость в общей оценке и применимость на каждом из этапов жизненного цикла. **Задачи** включают адаптацию методик определения критериев под стадии жизненного цикла строительных материалов, сопоставления получаемых результатов для различных групп критериев, изучение корреляции полученных данных с имеющимися критериями (например, для оценки глобальных воздействий). Такие показатели можно включать в системы оценки жизненного цикла на уровне экологических деклараций продукции, осуществлять анализ наилучших доступных технологий, что повысит адекватность оценки экологической безопасности по жизненному циклу строительных материалов.

#### **Материалы и методы**

При оценке территории могут использоваться методы, в большей или меньшей степени позволяющие рассмотреть состояние биоты. Масштабы и границы рассмотрения территорий также могут сильно различаться в зависимости от целей конкретного исследования. Автоматически при анализе

жизненного цикла строительных материалов в зону интересов попадают территории, связанные с основными этапами жизненного цикла (добыча сырья, производство, эксплуатация, завершение жизненного цикла различными способами — от переработки до захоронения на полигонах). В связи с наличием антропогенных объектов на территориях все они, как правило, попадают в категорию природно-техногенных систем. При этом важным аспектом является выделение загрязнений, привносимых в среду объектами, связанными с жизненным циклом конкретного материала, и никак не связанными с ним источниками. Одна из возможных классификаций методов оценки территорий, на которых расположены объекты промышленности строительных материалов, или иные объекты, связанные с их жизненным циклом, по степени рассмотрения биоты приведена на рис. 1. Проанализируем некоторые из методов, представленные на схеме (см. рис. 1).



Рис. 1. Методы оценки территорий, на которых расположены объекты, связанные с жизненным циклом строительных материалов

Оценка экологической безопасности природно-техногенных систем может производиться при помощи такого критерия, как коэффициент площади нарушенности ландшафта, определяемый как соотношение суммарной площади природно-техногенной системы и площади участка, на котором происходит разработка (например, карьера), к общей площади природного ландшафта [6]. При этом вводятся показатели этого соотношения, позволяющие прогнозировать состояние природной среды. Считается, что при коэффициенте нарушенности ландшафта менее 0,3 сохраняется функционирование отрицательных обратных связей, являющихся основой гомеостаза. При

этом в диапазоне от 0,3 до 0,5 динамическое равновесие природных ландшафтов и природно-техногенных систем может быть нарушено, а при больших значениях существует опасность нарушения процессов саморегулирования экосистем [6]. Преимуществом такого показателя является простота расчета — важно лишь грамотно вычленить площади с техногенными изменениями и рассчитать соотношение. Некоторым недостатком представляется ограниченная возможность использования на всех этапах жизненного цикла строительных материалов.

При оценке инженерно-экологических характеристик территорий в целях оценки этапов жизненного цикла строительных материалов имеет смысл выделять экологическую емкость и репродуктивную способность. По репродуктивной способности особого разнообразия в трактовках методов определения не наблюдается. Чаще всего рассчитывают индекс репродукции (отношение потребляемого ресурса к его общему воспроизводству в природной среде) по отдельным компонентам (атмосферный воздух, водные ресурсы, флора и фауна). В понятии экологической емкости возникли сразу несколько направлений и методик ее расчета [9, 12, 13]. Основными из этих направлений являются подход, связанный с оценкой биопродуктивности, биомассы и в целом биотической составляющей территории, и методика оценки техногенной нагрузки на территорию в целом через загрязнения различной природы (физические, химические и др.) или через энергопотребление. Первый подход (определение экологической емкости) хорошо сопоставим с биоиндикационными показателями, а второй (определение техноемкости) вполне может описываться через показатели, подобные нарушенности ландшафта, описанной выше. В частности, при анализе биопродуктивности биоценозов территории учитывается состав представителей животного мира (индексы биоразнообразия) [14]. В то же время при расчете техноемкости может приниматься во внимание не только соотношение измененных и неизмененных площадей, но и баланс энергозатрат, единиц активности и иные показатели.

Систематизация методов определения территориальных критериев и характеристика их пригодности для включения в жизненный цикл строительных материалов приведена в табл. 1.

Из таблицы 1 видно, что рассмотрение некоторых показателей уместно в комплексе. Например, биоиндикация, а именно индексы биоразнообразия, могут подтверждать динамическое равновесие экосистем или структуру биологического сообщества при определении нарушенности ландшафтов или инженерно-экологических характеристик. В целом все методы можно разделить на расчет по абиотическим показателям и учет биотической составляющей. Как правило, они должны сопровождать друг друга в целях более адекватных результатов. При этом в случае сравнения методов могут использоваться методы ранговой корреляции или методы теории рисков для расчета весомости (значимости) каждого из показателей. При ранговой корреляции вычисляют коэффициенты Спирмена или Кендалла. В случае расчета рисков важно принимать во внимание как вероятность потери структурных или функциональных свойств экосистем или реципиентов (например, видов или сообществ-биоиндикаторов), так и величину возможного ущерба от наступления такого негативного события.

Т а б л и ц а 1

*Характеристики применимости методов оценки территориальных критериев в жизненном цикле строительных материалов*

Методы		Особенности определения	Пригодность для включения в оценку жизненного цикла строительных материалов
Группа	Подгруппа		
Оценка пространственных единиц	Расчет коэффициента нарушенности ландшафтов	Определяется как соотношение суммы площадей ПТС и площади разработки к площади неизменного природного ландшафта	Хорошо применим для этапа добычи сырья. В случае природных каменных материалов может использоваться как основной показатель
	Определение экологической техноёмкости	Определяется как максимальная техногенная нагрузка, при которой сохраняется динамическое равновесие биогеоценозов на рассматриваемой территории	Показатели в большей степени характеризуют среду на уровне градостроительства. Могут возникать проблемы при необходимости выделения вклада конкретного предприятия, находящегося в промышленной зоне
	Определение экологической ёмкости	Рассчитывается биопродуктивность био-, агро- и урбоценозов территории с учетом представителей состава животного мира, которые в свою очередь оцениваются с помощью индексов биоразнообразия (индексы Симпсона, Шеннона и др.)	
Оценка биоиндикационных показателей	Индексы биоразнообразия	Выявление набора растений, выступающих биоиндикаторами, и биоиндикаторных сообществ с учетом природных условий, определение зон воздействия предприятий; изучение процента некрозов и площади пораженной ткани, влажности листьев; количество оседающей на листьях пыли	Применяются для характеристики динамического равновесия связанных с жизненным циклом строительных материалов природно-техногенных систем
	Отдельные показатели состояния биоты (например, фитоценоза)		Апробированы на целом ряде предприятий производства разных строительных материалов. Применение на отличных от производственного этапах жизненного цикла осложнено

Следует также учитывать, что исследование и определение территориальных критериев регулярно производится на предприятиях различных строительных материалов. Например, работа с видами-биоиндикаторами и выявление сообществ биоиндикаторов проведено на предприятиях черной металлургии европейской части России [15]. Исследование древесно-кустарниковой растительности и изменения индекса Симпсона проводилось в зоне расположения керамического производства в Воронежской области [16]. Экологическая емкость, репродуктивная способность, а также комплекс характеристик загрязнения геосфер исследованы для предприятий различных теплоизоляционных материалов [11, 17, 18].

### Результаты

Экологическая емкость, представляющая собой показатели биопродуктивности биогеоценозов рассматриваемой территории с учетом оптимального состава представителей животного мира, рассчитывается для различных жизненных форм растительности лесного типа. В частности, для травянистого покрова учитывается количество проб, биомасса каждой пробы в граммах и период вегетации на момент отбора проб. Для древесно-кустарниковой растительности также учитывается биомасса растений, максимальная биомасса рассматриваемого вида (связана с видом его гибридной спецификации), вегетативный период этого вида и масса эмпирических коэффициентов. Иногда показатели для травянистой и древесно-кустарниковой растительности сложно сравнивать ввиду различного характера рассматриваемых биогеоценозов на данной территории. Поэтому распространено определение не самих натуральных показателей экологической емкости, а индекса экологической емкости в баллах, подобный подход применялся и в настоящем исследовании. При этом, чем ближе показатель индекса экологической емкости к 3, тем менее разрушены параметры функционирования экосистем территории.

В таблице 2 рассматривались производственные предприятия, которые расположены преимущественно отдельно от предприятий других отраслей, что позволяет предполагать воздействия на окружающую среду только от рассматриваемых объектов. При рассмотрении предприятий учитывались региональная специфика (климатические, географические и иные особенности) и масштаб производств. В частности, производство керамической плитки небольшой производительности, а завод керамического кирпича крупный, что видно по показателям оценки. Кроме того, предприятие по производству керамической плитки изначально располагается на территории с большой степенью озеленения. Из приведенных в табл. 2 данных прослеживается неплохая корреляция показателей по нагрузкам на геосферы (нарушенность ландшафтов) и биоту, что подтверждает адекватность использования тех и иных показателей. В частности, коэффициент нарушенности ландшафтов можно применять не только на этапе добычи сырья, но и для оценки производств, рассматривая территорию предприятия как составляющую природно-техногенной системы.

Если принять максимальным показатель биоразнообразия в 1 универсальную единицу биоразнообразия на  $1 \text{ м}^2$  за год, то надо принимать во внимание региональные параметры биоразнообразия и определять его в каждый момент времени  $t$  по формуле Яна Пауля Линднера, представленной им в Институте строительной физики Фраунгофера:

$$\Delta Q_m(t) = Q_{\text{рег}} - Q_m(t) = R_m(1 - \mu_m(t)). \quad (1)$$

Далее обычно проводится интеграция показателя по времени в зависимости от площади и качественной разницы данных. Таким образом получается интегральный показатель биоразнообразия, который определяется в универсальных единицах биоразнообразия на 1 м<sup>2</sup> за год. В таблице 3 приведен пример определения потенциала биоразнообразия с учетом критериев для функционирования леса. Пример рассматривает использование материалов из массивной древесины без учета процессов ее заводской обработки.

Таблица 2

*Сравнительные показатели инженерно-экологических характеристик территории и коэффициента нарушенности ландшафтов для предприятий промышленности строительных материалов*

Наименование материалов	Рост некрозов, % / рост поражений ткани листьев, кол-во раз	Коэффициент нарушенности ландшафта	Индекс экологической емкости территории	Репродуктивная способность территории по кислороду
Теплоизоляционные плиты из пенополиуретана	45 / 3,8	0,39	1,8	0,72
Теплоизоляционные плиты из пенополистирола	47 / 4,2	0,42	1,6	0,73
Керамический кирпич	40 / 3	0,35	2,5	0,83
Керамическая плитка	20 / 2,2	0,3	2,2	0,81
Оконное стекло	18 / 1,3	0,32	2,4	0,82
Теплоизоляционные плиты из льна с армированием	—	0,28	2,9	0,88

Таблица 3

*Результаты оценки показателей оценки биоразнообразия при использовании материалов из массивной древесины в строительстве*

Критерии	Сценарий 1	Сценарий 2
Возрастная структура леса	15 % (3 %)	90 % (18 %)
Разнообразие видов	85,5 % (17,1 %)	90 % (18 %)
Количество здоровых деревьев	66 % (33 %)	98 % (19,6 %)
Охраняемые зоны	45 % (9 %)	86 % (28,7 %)
Помехи (в т. ч. пожары)	22,5 % (2,3 %)	60 % (6 %)
Потенциал биоразнообразия	0,644	0,903

Сценарий 1 предусматривает добычу массивной древесины в европейской части России, а сценарий 2 рассматривает таежную зону с закономерно более высоким потенциалом биоразнообразия. Полученные результаты показывают влияние экологического преимущества экосистем Сибири для производства строительных материалов из массивной древесины.

Подобные методы учета биоразнообразия должны включаться в нормативные правовые акты и стандарты по оценке жизненного цикла строительных материалов. Осложняется интеграция таких показателей в стандарты в связи с тем, что отсутствует глобальное и универсальное определение биологического разнообразия. Подход к унификации требований может включать конвенции по биологическому разнообразию, учет различий в оценке состояния экосистем, службы и сервисы по оценке экосистем, экономику экосистем и биологического разнообразия. Также осложняет ситуацию отсутствие рекомендаций по поиску компромиссов между целями. В частности, малое количество редких видов и множество распространенных в большом количестве ареалов видов, взаимодействия внутри экосистем, монетизация позитивных для природной среды эффектов. По мнению экспертов [19, 20] необходимо сочетание существующих методов и оригинального их развития на основе понимания, что биологическое разнообразие имеет локальное строение, но глобальный вес. Также должны вовлекаться в процесс оценки биоразнообразия важнейшие игроки, основывающиеся на нормативной базе (законы, стратегические документы, локальные нормативные акты). Сложностью помимо конкретных критериев, их методов определения и единиц измерения, признанных на международном уровне, является и то, что согласно международным стандартам эти показатели должны оцениваться по всему жизненному циклу и относиться к функциональной единице конкретного строительного материала.

### **Выводы**

К выводам по вопросу территориальных критериев оценки воздействий жизненного цикла стоит отнести следующие тезисы.

В целях оценки природно-техногенных систем лучше использовать специализированные критерии, а не просто критерии биологического разнообразия. Критерии биоразнообразия должны пройти адаптацию для внедрения в оценку жизненного цикла.

При этом все территориальные критерии могут быть поделены на позволяющие оценивать абиотическую составляющую и позволяющие оценивать биотическую составляющую на рассматриваемой территории. При этом выделение вклада конкретного производства строительного материала часто затруднительно, так как и иные предприятия вносят свой вклад в воздействия. Для этого могут использоваться сведения о вредных выбросах и энергозатратах каждого из предприятий, а в качестве математического аппарата — теория рисков или ранговая корреляция.

Установлена и обоснована необходимость учета критериев оценки биоразнообразия при использовании территориальных критериев по оценке природно-техногенных систем.

Важное место при изучении территориальных критериев должен занимать динамический мониторинг критериев, что позволяет прогнозировать развитие ситуации.



Значимую роль в определении и мониторинге территориальных критериев оценки жизненного цикла должны занять технические средства и средства компьютерной обработки данных о состоянии окружающей среды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Holzer P.* Building Related Environmental Impacts — the Hidden Aspects // Sustainable Built Environment D-A-CH Conference. 2019. Pp. 27—28. DOI: 10.3217/978-3-85125-690-1.
2. Spatially differentiated examination of Biodiversity in LCA (Life Cycle Assessment) on national scale exemplified by biofuels / B. Urban, C. Von Haaren, H. Kanning, J. Krahl, A. Munack // *Landbauforschung Volkenrode*. 2012. No. 62 (3).
3. *Styles D., Gibbons J. M., Prysor W. A., Dauber J.* Consequential life cycle assessment of biogas, biofuel and biomass energy options within an arable crop rotation // *GCB Bioenergy*. 2015. No. 7(6). DOI: 10.1111/gcbb.12246.
4. *Lindner J. P., Eberle U., Schmincke E., Luick R. U. A.* Biodiversität in Ökobilanzen. Abschlussbericht des F+E-Vorhabens „Weiterentwicklung der Ökobilanzen durch Integration der Biodiversitätsauswirkungen von Produkten“ (FKZ 3511 82 3100). Bundesamt für Naturschutz. Bonn — Bad Godesberg. 2019. P. 242. DOI: 10.19217/skr528.
5. EMAS und Biodiversität. Leitfaden 2023 — Schutz der biologischen Vielfalt im Rahmen von Umweltmanagementsystemen / M. Hammerl, M. Scholz, S. Schulz, L. Lösing, L. Klute, S. Hörmann. Bodensee-Stiftung, GNF, 2023. P. 91.
6. *Графкина М. В., Свиридова Е. Ю., Сдобнякова Е. Е.* Новые подходы к оценке экологических показателей строительных материалов // *Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова*. 2016. № 9. С. 15—21.
7. *Графкина М. В., Сдобнякова Е. Е.* Сравнение проектных вариантов по комплексному экологическому критерию // *Научные труды КубГТУ*. 2016. № 6. С. 196—202.
8. *Mötzl H., Zelger T.* Ökologie der Dämmstoffe. Grundlagen der Wärmedämmung. Lebenszyklusanalyse von Wärmedämmstoffen. Optimale Dämmstandards. Wien, Springer—Verlag, 2000. Pp. 195.
9. *Копылов И. С., Красильников П. А., Клецкина О. В.* Экологическая емкость территории: история изучения, обзор методов определения // *Экология и промышленность России*. 2023. Т. 27. № 2. С. 42—47. DOI: 10.18412/1816-0395-2023-2-42-47.
10. *Жук П. М., Лаврусевич А. А.* Геоэкологические аспекты анализа жизненного цикла строительных материалов // *Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика*. 2020. № 3. С. 99—111. DOI: 10.15593/2409-5125/2020.03.09.
11. *Жук П. М., Лаврусевич А. А.* Современные подходы к определению экологической емкости территорий для оценки строительной продукции // *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геоэкология*. 2020. №1. С. 47—51. DOI: 10.31857/S0869780920010238.
12. *Мусихина Е. А., Айзенберг И. И., Михайлова О. С.* Пространственно-временной метод оценки экологической емкости территорий // *Системы. Методы. Технологии*. Братский государственный университет. 2014. № 2(22). С. 175—178.
13. *Zhang Y., Fan J., Wang S.* Assessment of Ecological Carrying Capacity and Ecological Security in China's Typical Eco-Engineering Areas // *Sustainability*. 2020. No. 12(9). 3923. DOI: 10.3390/su12093923.
14. *Шутиков В. К., Розенберг Г. С.* Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // *Структурный анализ экологических систем. Количественные методы экологии и гидробиологии: сборник научных трудов, посвященный памяти А. И. Баканова*. Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. С. 91—129.
15. *Груздев В. С.* Биоиндикация состояния окружающей среды. Серия: Научная мысль. М.: ИНФРА-М, 2018. 160 с. DOI: 10.12737/monography\_5abf02e2738690.08466285.
16. *Прожорина Т. И., Терещенко О. Н.* Экологическая оценка состояния воздушной среды в зоне предприятия ЗАО ПКФ «Воронежский керамический завод» биоиндикационными методами // *Вестник Воронежского государственного университета*. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2004. № 2. С. 142—146.
17. *Пудовкина А. Ю., Вигдорович В. И.* Влияние состояния атмосферы на здоровье населения Тамбовской области и некоторые пути борьбы с загрязнением окружающей среды // *Вопросы современной науки и практики*. Университет им. В. И. Вернадского. 2012. Специальный выпуск (43). С. 7—14.

18. Zhukov A. D., Zhuk P. M., Stepina I. V. Assessment of the environmental impact on the life cycle of polystyrene thermal insulation materials // Journal of Physics: Conference Series. 2022. Vol. 2388. 012101. DOI: 10.1088/1742-6596/2388/1/012101.

19. Lindner J. P. Quantitative Darstellung der Wirkungen landnutzender Prozesse auf die Biodiversität in Ökobilanzen. Stuttgart, Fraunhofer IBP, 2015. Pp. 166.

20. Kramer M. Praxisleitfaden für das Management von Biodiversität und Ökosystemleistungen in KMU und regionalen Wertschöpfungsketten. Zittau, LaNU, 2017. P. 32.

© Жук П. М., 2023

Поступила в редакцию  
в декабре 2023 г.

Ссылка для цитирования:

Жук П. М. Территориальные критерии в оценке воздействий на окружающую среду по жизненному циклу строительных материалов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 5(93). С. 140—149.

Об авторе:

**Жук Петр Михайлович** — д-р техн. наук, доц., декан фак-та бакалавриата, Московский архитектурный институт (государственная академия) — МАРХИ. Российская Федерация, 107031, г. Москва, ул. Рождественка, 11/4, корп. 1, стр. 4; peter\_05@bk.ru

**Petr M. Zhuk**

**Moscow Institute of Architecture (State Academy) — MARKHI**

## TERRITORIAL CRITERIA IN ASSESSING ENVIRONMENTAL IMPACTS ACCORDING TO THE LIFE CYCLE OF BUILDING MATERIALS

The inclusion of territorial criteria in the life cycle assessment of building materials is an urgent task both from a scientific point of view and in terms of improving the regulatory framework. Among the territorial criteria, one can highlight the assessment of spatial units, the state of ecosystems and bioindicative indicators. The coefficient of landscape disturbance and such engineering and environmental characteristics of the territory as the ecological capacity index and reproductive capacity for oxygen were considered as specific criteria. Indicators of changes in the condition of leaf tissue (increase in necrosis and tissue damage) were taken as a reference bioindicative indicator. The work compared criteria from different groups for the production of different building materials, and also determined the biodiversity potential for solid wood materials. Diversity potential allowed us to take into account categories related to forest age structure, species diversity, number of healthy trees, size of protected areas, and negative processes in forest ecosystems (for example, fires). Based on these categories, the biodiversity potential of specific locations was calculated. The data obtained indicate good comparability of the criteria of different groups and an increase in the adequacy of life cycle assessment if they are used. An important place in the study of territorial criteria should be occupied by their dynamic monitoring, which in the future makes it possible to predict the development of the situation. Computer processing of data on the state of the environment should play a significant role in monitoring territorial life cycle assessment criteria. Directions for the development of territorial criteria for assessing the life cycle of building materials are outlined.

**Key words:** territorial criteria, engineering and environmental characteristics, life cycle impact assessment, biodiversity assessment.

*For citation:*

Zhuk P. M. [Territorial criteria in assessing environmental impacts according to the life cycle of building materials]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2023, iss. 5, pp. 140—149.

*About author:*

**Petr M. Zhuk** — Doctor of Engineering Sciences, Docent, Moscow Institute of Architecture (State Academy) — MARKHI. 11/4, Rozhdestvenka st., Moscow, 107031, Russian Federation; peter\_05@bk.ru