

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №6, Том 11 / 2019, No 6, Vol 11 <https://esj.today/issue-6-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/119SAVN619.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Лосев К.Ю. Методологические аспекты жизненного цикла зданий // Вестник Евразийской науки, 2019 №6, <https://esj.today/PDF/119SAVN619.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Losev K. Yu. (2019). Buildings life cycle methodology aspects. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 6(11). Available at: <https://esj.today/PDF/119SAVN619.pdf> (in Russian)

УДК 72

Лосев Константин Юрьевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Москва, Россия

Доцент кафедры

Кандидат технических наук

E-mail: c.lossev@gmail.com

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57197816510>

Методологические аспекты жизненного цикла зданий

Аннотация. Термин "жизненный цикл" перешел из научных исследований в официальный профессиональный дискурс строительной отрасли применительно к зданиям и сооружениям около 10 лет назад. Тем не менее, использование этого термина в нормативной документации, а также в общедоступных средствах массовой информации имеет ряд особенностей, которые должны быть проанализированы во избежание негативных эффектов в дальнейших методологических разработках в области информационного моделирования в строительстве. В данной статье рассматриваются методологические аспекты жизненный цикл зданий и сооружений с позиций гносеологии и онтологии. Выявляется оппозиция терминов "жизненный путь" и "жизненный цикл" технического продукта, взаимосвязь терминов "информационная модель" и "жизненный цикл" в строительной сфере. В статье дан обзор нормативной документации в области информационного моделирования в строительстве, содержащей вышеупомянутую терминологию. Предметом исследования является модель жизненного цикла для зданий и сооружений, в том числе различия смыслов терминов в общетехнической и строительной сферах. Автор фокусирует внимание на процессах, которые превращают жизненный путь технического продукта в жизненный цикл объекта техники. Делается вывод о том, что жизненный цикл определен не для экземпляров, но для категорий технических объектов через их информационные модели. Автор предлагает инфографическую модель жизненного цикла зданий и сооружений, а также свое определение жизненного цикла для зданий и сооружений. Автором выдвигается предположение, что жизненный цикл зданий и сооружений существует в техногенной среде, являясь вариантом техноценоза, и характеризуется минимум тремя условиями.

Ключевые слова: жизненный цикл зданий; информационная модель здания; среда общих данных; техноценоз; информационные технологии; инфографическая модель

Введение

Термин "жизненный цикл" (ЖЦ) с 2009 года вошел в официальный профессиональный дискурс строительной отрасли применительно к зданиям и сооружениям. Это было отражено в

техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений (Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ, пп.3.2, 5.1, 15.10), причем жизненный цикл был описан как «период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения». Последующее использование этого термина в нормативной документации, а также в общедоступных средствах массовой информации имело ряд особенностей, которые должны быть проанализированы во избежание негативных эффектов в дальнейших методологических разработках в области информационного моделирования в строительстве. Представляется, что такая ситуация возникла по причине того, что сам термин был привнесен в начале XXI века в строительную отрасль из сферы других отраслевых информационных технологий (в первую очередь машиностроения), куда он, в свою очередь, попал из биологии, в 70–80-х годах XX века. Вне зависимости от истории термина понимание его смысла значительно повышает терминологическую компетентность специалистов по управлению строительством, информационному моделированию в строительстве и задает верные вектора развития указанного научного направления. Однако возникают вопросы. Что является собственно циклическим в "жизненном цикле"? К чему относится "жизненный цикл"?

Методологически данные вопросы предлагаем рассмотреть ниже с позиций гносеологии (теории познания) и с позиций онтологии (объективной реальности), которые позволят уточнить само понятие "жизненный цикл в строительстве".

1. Методы

1.1 Гносеологические аспекты ЖЦ

В настоящей статье использован аналитический метод исследования. Гносеологический подход позволит судить о том, на каких основаниях термин "*жизненный цикл*" можно считать частью предметной области строительства, конкретнее – информационного моделирования в строительстве. Собственно, понятие "цикл" определяется как "полный набор событий, которые регулярно: повторяют себя в том же порядке или через определенный период времени", либо как "группа событий, происходящих в определенном порядке один за другим и, зачастую, повторяющихся" [1]. Основное (естественнонаучное) определение ЖЦ – "серия изменений, через которые живое существо проходит от начала до конца своей жизни" или "продолжительность времени, когда что-либо продолжается или может быть использовано" [2]. Эти и иные современные определения позволяют рассматривать ЖЦ как функцию времени объекта от некоторого множества аргументов. Видно смысловое совпадение с определением ЖЦ здания или сооружения из вышеупомянутого ФЗ №384. Тем не менее, ГОСТ Р 57310-2016 указывает в части "1. Области применения", что существует "жизненный цикл строительства". Здесь уже начинается диффузия термина в массовом сознании. В биологии и в технике и экономике есть свои устоявшиеся термины для периодов времени, связанных с жизнью объекта. В биологии это – онтогенез, морфогенез живого организма. В экономике, технике, маркетинге это – жизненный путь технического продукта (*product lifeline*), что применимо к отдельному активу, техническому объекту, продукту, изделию, экземпляру, процессу (далее, Здание). В контексте данного подхода Здание, как технический продукт, тоже имеет свой жизненный путь (*lifeline*). Ни о какой повторяемости, цикличности здесь речи не идет, у технического продукта есть свое начало и конец использования, и на протяжении данного времени Здание должно быть обеспечено информационной поддержкой и являться объектом управления. На рис. 1 представлены онтогенез растения и жизненный путь Здания от начала до конца существования того и другого.



Рисунок 1. Инфографика онтогенеза природного продукта – растения (а) и жизненного пути (lifeline) технического продукта – Здания (б) (предлагается Автором)

Многие изображения жизненного цикла: строительного проекта, объекта строительства или актива в материалах новых электронных энциклопедий, международных конференций, научных статей по сути являются отображениями лишь жизненного пути Здания как технического продукта. Ниже, на рис. 2, приведены наиболее типичные примеры подобных "жизненных циклов".

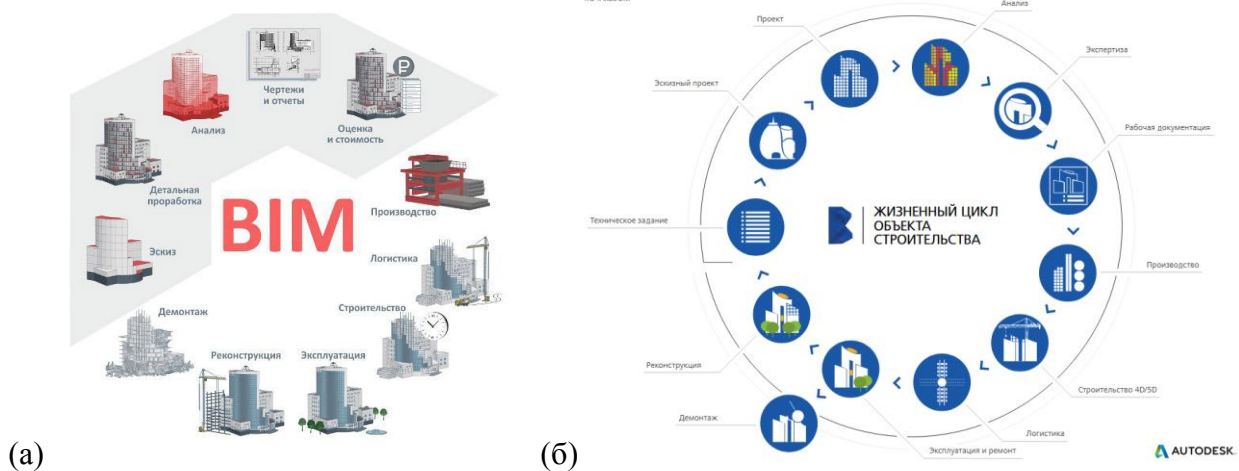


Рисунок 2. Пример жизненного пути здания, изображенного в виде жизненного цикла (презентации компаний Renga, Россия (а) и Autodesk, США (б))

Иногда, как на правой части рисунка, стадия "Демонтаж" (конец жизненного пути здания) выводится из жизненного цикла (круга), но тем не менее цикл замыкается на "Техническое задание" или "Эскиз" после стадии "Демонтаж" или "Реконструкция", не иллюстрируя, каким образом после реконструкции и демонтажа конкретного здания циклически возникает следующее техническое задание или эскиз здания [3–7].

Используя метод аналогии понятий, предварительно обозначим ЖЦ Здания, как "серию изменений, через которые проходит Здание в течение своего существования".

Необходимо определить – что делает смену состояний Здания – жизненным циклом. Если в биоценозе растения, изображенном на рис. 3 – это ДНК, несущее информацию в семенах, то в техноценозе здания [8; 9] таким носителем информации является кибернетическое понятие, которое в настоящее время определяется большинством профессионального сообщества как "информационная модель" (ИМ) здания.



Рисунок 3. Жизненный цикл растения
(https://sitekid.ru/biologiya/rasteniya/zhiznennyj_cikl_rastenij.html)

В указанных выше примерах отсутствует принципиальная стадия ЖЦ, которая, собственно, и переводит рассматриваемый процесс из "жизненного пути" в "жизненный цикл". Информационный обмен между ИМ Здания и внешней средой происходит на всем жизненном пути технического продукта, что указано на рис. 4 (информационный обмен обозначен синими стрелками). Данный обмен происходит не напрямую между внешней средой и ИМ, но через среду общих данных (СОД) [10]. ГОСТ Р 57311-2016 определяет СОД как "комплекс программно-технических средств функционирующих в организации информационно-управляющих систем, обеспечивающий их совместное пользование в составе эксплуатационной ИМ для управления информацией об активах".

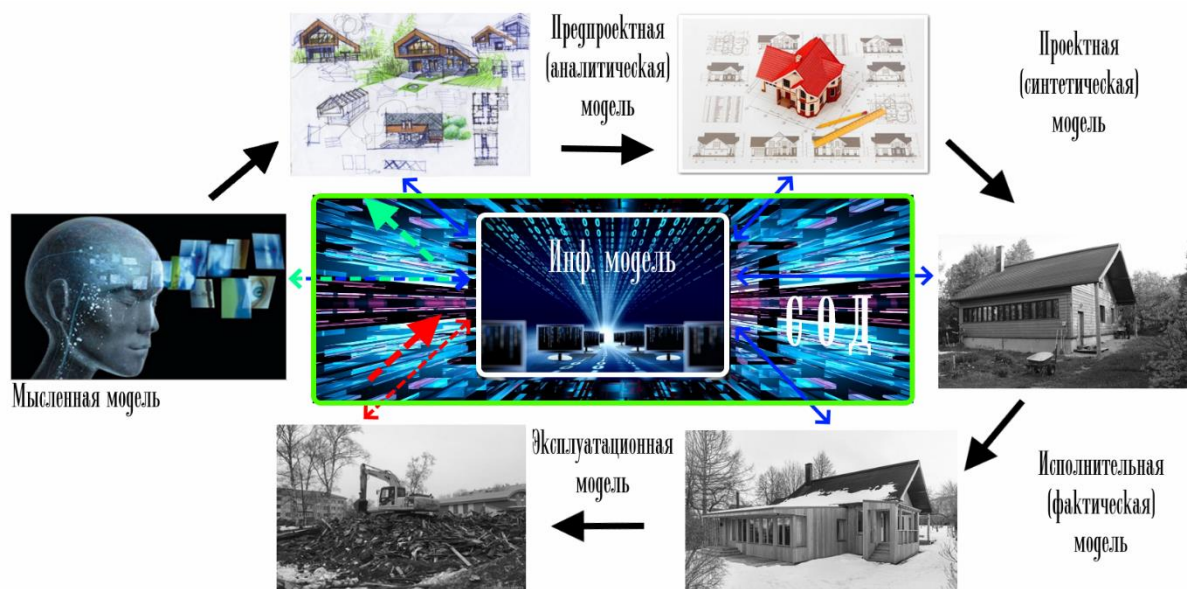


Рисунок 4. Иллюстрация обмена данными ИМ Здания со своими различными состояниями в процессе жизненного пути Здания (предлагается автором)

Возникновение ЖЦ на рис. 4 становится фактом при анализе физического состояния Здания, мониторинга ИМ Здания и принятия решения об утилизации Здания. В этот период, а также после завершения работ сноса, демонтажа и рекультивации, выполняется передача в СОД знаний и специфического опыта (best practice) [11], извлеченного из ИМ Здания (на рис. 4 обозначено красным цветом: извлечение знаний и опыта из ИМ обозначено двунаправленной стрелкой, передача извлеченных знаний в СОД – однонаправленной стрелкой). Далее, возникновение мысленной модели может происходить при взаимодействии человека и СОД, с учетом хранящихся там знаний и данных о предыдущем Здании и, в некоторых случаях по

инициативе человека, СОД может самостоятельно создавать аналитические модели на основе подобных знаний (стрелки бирюзового цвета). Это является основой развития "искусственного" интеллекта в строительстве.

Работы О. Шпенглера, М. Хайдеггера еще в XX веке показали, что развитие техники имеет свою собственную логику, и оно устанавливает темп развития технологий через некую (скрытую) силу. Такой силой в нашем случае является кибернетический обмен информацией.

Применительно к предметной области автоматизации проектирования и строительства можно сделать вывод:

- построенное Здание имеет свой «жизненный путь» (product lifeline) в природной среде;
- ИМ Здания, как его объект-заместитель, имеет свой «жизненный путь» в техногенной (виртуальной, информационной, неприродной) среде.

"Жизненный путь" всегда объектно-ориентирован на создание и поддержку конкретного Здания.

ЖЦ существует только для категорий Зданий, но не для конкретного Здания в отдельности. Категоризация может проводиться по различным группам: по классам капитальности, по функциональному назначению, по типу строительной системы, по влиянию на окружающую среду после проведения анализа жизненного цикла Здания (LCA – life cycle analysis) и др.

ЖЦ определен (существует) в техногенной среде и определяется:

1. возможностью информационного обмена между ИМ Здания и СОД на всех стадиях жизненного пути ИМ Здания [12];
2. возможностью извлечения данных и знаний из ИМ Здания в СОД для использования в создании последующих ИМ своей категории, что, собственно и определяет ЖЦ Здания, а также группы его параметров, например, функциональность, экологичность, ценность и другие;
3. параметрами информационного обмена между ИМ Здания и внешней средой, что задает уровень энтропии жизненного пути Здания (снижение или повышения организованности, "системности" Здания: структурность, целостность, целенаправленность).

1.2 Онтологические аспекты ЖЦ и ИМ Здания

Если рассматривать онтологию как способ узнать место термина (понятия) среди других терминов (понятий) предметной области исследования, чтобы иметь непротиворечивую методологическую структуру научного исследования, то Федеральный закон N 384-ФЗ от 2009 года, определяет жизненный цикл здания или сооружения как «период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения». ГОСТ Р 57563-2017/ISO/TS 12911:2012 в области информационного моделирования зданий определяет жизненный цикл как "период, в течение которого происходит развитие объекта от начального замысла до вывода из эксплуатации". Один из самых последних международных стандартов в данной области ISO 19650-1:2018(en) определяет жизненный цикл как "жизнь актива от определения к нему требований до прекращения его использования, охватывающая концепцию его создания, разработку,

эксплуатацию, техническую поддержку и утилизацию". ГОСТ 53791-2010 «Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения» определяет жизненный цикл продукции как "совокупность взаимосвязанных процессов изменения состояния продукции при ее создании, использовании (эксплуатации) и ликвидации (с избавлением от отходов путем их утилизации и/или удаления)".

Видно, что в предметной области строительства ЖЦ определяется как временная функция, а в общетехническом производственном смысле ЖЦ это – аналог понятия "система", как производственная функция. Основные причины явного отличия подходов к управлению ЖЦ зданий от продуктов машиностроения связаны с тем, что:

- ИМ конкретного здания всегда является уникальной по причине требований адаптации (привязки) к условиям разнообразной природной среды возведения здания;
- жизненный путь (lifeline) зданий и сооружений в среднем в несколько раз дольше, чем у самых длительно используемых продуктов машиностроения, как, например, корабли, при этом момент принятия решений на начальной и конечной стадиях разделяет несколько человеческих поколений.

Аналогично с термином ИМ (информационная модель) здания или сооружения. Федеральный закон №151-ФЗ от 27.06.2019 определяет ИМ как «информационную модель объекта капитального строительства – совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства». ГОСТ Р 57310-2016 (ИСО 29481-1:2010) в области информационного моделирования зданий определяет ИМ объекта строительства как "совместно используемое цифровое представление физических и функциональных характеристик какого-либо объекта капитального строительства (включая здания, мосты, дороги и прочее), формирующее надежную основу для принятия решений на протяжении всего жизненного цикла: от первоначальной идеи до вывода объекта из эксплуатации". Действующие сегодня своды правил (СП) в области информационного моделирования в строительстве (СП 301.1325800.2017, СП 331.1325800.2017, СП 333.1325800.2017) определяют ИМ как "совокупность представленных в электронном виде документов, графических и неграфических данных по объекту строительства, размещаемая в среде общих данных и представляющая собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла". СП 328.1325800.2017 дает определение цифровой информационной модели (ЦИМ) "объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности информационно насыщенных элементов". Анализ данной документации дает структуру, представленную на рис. 5:



Рисунок 5. Онтологическая структура ИМ в отечественной предметной области строительства (предлагается автором)

Международный стандарт в данной области ISO 19650-1:2018(en) определяет ИМ как "множество структурированных и неструктурированных информационных контейнеров". Анализ понятий "совокупность информационно насыщенных элементов" и "множество структурированных и неструктурированных информационных контейнеров" указывает на то, что определение ИМ в новых международных стандартах, в частности ISO 19650-1:2018, соответствует отечественному определению не ИМ, но ЦИМ. Следовательно, отечественный термин "информационная модель здания" (и сооружения) является методологически более емким, чем его зарубежный аналог.

2. Результаты

Проведенный анализ позволяет создать инфографическую спиралевидную модель ЖЦ зданий, представленную на рис. 6.

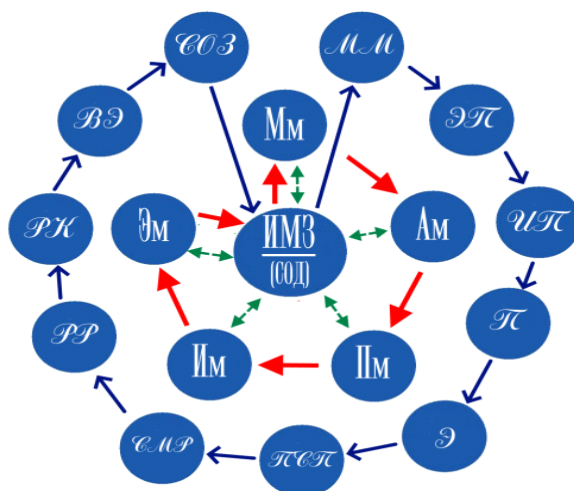


Рисунок 6. Инфографическая модель ЖЦ зданий (разработано автором)

Пояснения к модели. Внутренняя последовательность модели отображает состояния ИМ (согласно теории конечных автоматов и инфографическому подходу): Мм – мысленная модель; Ам – предпроектная (аналитическая) модель; Пм – проектная (синтетическая) модель; Им – исполнительная (фактическая) модель; Эм – эксплуатационная модель.

Внешняя последовательность модели отображает процессы, происходящие между состояниями ИМ здания: ММ – отчуждение мысленной модели и маркетинг; ЭП – эскизное проектирование; ИП – изыскания предпроектные; П – проектирование; Э – прохождение экспертизы; РД – подготовка рабочей документации; ПСП – подготовка строительного производства; СМР – строительно-монтажные работы; РР – проведение ремонтов и реставрации; РК – проведение реконструкции; ВЭ – вывод из эксплуатации; СОЗ – выделение специфического опыта и сохранение знаний ИМ здания в СОД.

Предлагаем дать следующее определение ЖЦ зданий, которое сформировалось на основе выполненного исследования. Если Здание – это технический объект, продукт, изделие, экземпляр, процесс, тогда жизненный цикл зданий – это повторяющаяся серия состояний информационных моделей в процессе их жизненного пути (от создания модели до прекращения использования), где цикличность возникает через извлечение из моделей знаний и специфического опыта в среду общих данных с использованием последних в новых информационных моделях аналогичных категорий зданий. Данная интеграция создает также основы развития "искусственного" интеллекта в строительстве.

Выводы

1. В предметной области строительства жизненный цикл определяется как временная функция, в отличие от общетехнических предметных областей, где жизненный цикл является аналогом понятия "система".

2. Предлагается ввести понятие «жизненный путь», который в отличие от "жизненного цикла" всегда объектно-ориентирован на создание и поддержку конкретного Здания.

3. Конкретное, отдельно взятое Здание, имеет свой «жизненный путь» в природной среде, а его информационная модель (объект-заместитель) имеет свой «жизненный путь» в техногенной (виртуальной, информационной) среде.

4. Жизненный цикл существует только для категорий Зданий, но не для конкретного Здания в отдельности. Категоризация может проводиться по различным группам: по классам капитальности, по функциональному назначению, по типу строительной системы, по влиянию на окружающую среду и др.

5. Жизненный цикл зданий – это повторяющаяся серия состояний информационных моделей в процессе их жизненного пути (от создания модели до прекращения использования), где цикличность возникает через извлечение из моделей знаний и специфического опыта в среду общих данных с использованием последних в новых информационных моделях аналогичных категорий Зданий.

6. Жизненный цикл зданий существует в техногенной среде, является вариантом техноценоза и определяется:

- возможностью информационного обмена между информационными моделями зданий и сооружений и средой общих данных на всех стадиях жизненного пути их информационных моделей;
- возможностью извлечения знаний из информационных моделей зданий и сооружений в среду общих данных для использования в создании последующих моделей своей категории, что определяет жизненный цикл зданий и сооружений, а также группы параметров цикла;
- параметрами информационного обмена между информационными моделями и внешней средой, что задает уровень энтропии жизненного пути зданий и сооружений.

Необходимы дальнейшие исследования для подтверждения положений данного пункта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Определение понятия "цикл" Cambridge Academic Content Dictionary [UK, 2019]. URL: https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-russian/cycle_1 (дата обращения: 19.12.2019).
2. Определение понятия "жизненный цикл" Cambridge Academic Content Dictionary [UK, 2019]. URL: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-russian/life-cycle> (дата обращения: 19.12.2019).
3. BIM простым языком [Москва, 2019]. URL: <https://www.wikipro.ru/wiki/bim-prostym-yazykom/> (дата обращения: 25.12.2019).
4. Avdey V., Kosolapov O., Lapin K., 2017 Management of project cost in the conditions of the economic crisis // StudArctic forum № 2 (6) (дата обращения: 25.12.2019).
5. События САПР, PLM, ERP, 02.03.2017 [Москва, 2017]. URL: <http://isicad.ru/ru/events.php?event=18938> (дата обращения: 01.09.2019).
6. BIM моделирование [Москва, 2018]. URL: <http://www.adm-eg.ru/nashi-uslugi/bim-modelirovanie/> (дата обращения: 01.09.2019).
7. PLM, VDC, BIM, трехмерное BIM проектирование [Минск, 2017]. URL: <https://pmtch.by/tehnologii/plm-vdc-bim-trekhmernoe-proektirovanie-3d-cad/> (дата обращения: 01.09.2019).
8. Кудрин Б.И. Введение в технетику. 2-е изд. переработ. и доп. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 1993. 552 с.
9. Лосев К.Ю., 2017 Пропорции семантической информации на этапе проектирования в жизненном цикле объекта строительства // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 [Москва, 2017]. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/182TVN617.pdf>.
10. Лосев К.Ю., 2018 Подход к информационной поддержке среды общих проектных данных в жизненном цикле объекта капитального строительства // Вестник Евразийской науки, 2018 №6, [Москва, 2018]. URL: <https://esj.today/PDF/94SAVN618.pdf> (доступ свободный).
11. What is BIM (Building Information Modelling)? [UK, 2018]. URL: <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/what-is-bim/40457/> (дата обращения: 01.12.2019).
12. Losev K., Chulkov V., 2019 Infographic oriented management model of cyber-physical systems during a building life cycle, International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development" (CATPID-2019), E3S Web Conf., Article No.02009, Vol.138, 2019.

Losev Konstantin Yur'evich

Moscow state university of civil engineering (national research university), Moscow, Russia
E-mail: LossevKY@mgsu.ru

Buildings life cycle methodology aspects

Abstract. The term "life cycle" passed from scientific studies to the construction industry official professional discourse in relation to buildings and structures about 10 years ago. However, the use of this term in regulatory documents, as well as in public media, has a number of features that should be analyzed in order to avoid negative effects in further methodological developments in the field of information modeling in construction. This article discusses the methodological aspects of the life cycle of buildings and structures from the standpoint of epistemology and ontology. The author reveals the opposition of the terms "life line" and "life cycle" of a technical product, the relationship of the terms "information model" and "life cycle" in the construction sector. The article provides an overview of the regulations in the field of information modeling in construction, which contains the above-mentioned terminology. The subject of the study is a life cycle model for buildings and structures, including differences in the meanings of terms in the general technical and construction spheres. The author focuses on the processes that turn the life line of a technical product into the life cycle of an technology object. It is concluded that the life cycle is defined not for examples, but for categories of technical objects through their information models. The author offers an infographic model of the life cycle of buildings and structures, as well as his definition of the life cycle for buildings and structures. The author suggests that the life cycle of buildings and structures exists in a technogenic environment, being a variant of technocenosis, and it is characterized by at least three conditions.

Keywords: building life cycle; building information model; common data environment; technocenosis; information technology