

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

2023, Том 15, № 5 / 2023, Vol. 15, Iss. 5 <https://esj.today/issue-5-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/45SAVN523.pdf>

2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Римшин, В. И. Теория деградации в жизненном цикле зданий и сооружений / В. И. Римшин, А. К. Соловьев, П. А. Амелин, А. А. Никитин // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/45SAVN523.pdf>

For citation:

Rimshin V.I., Solovyov A.K., Amelin P.A., Nikitin A.A. Theory of degradation in the life cycle of buildings and structures. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(5): 45SAVN523. Available at: <https://esj.today/PDF/45SAVN523.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 69

Римшин Владимир Иванович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

Профессор кафедры «Жилищно-коммунального комплекса»
ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук», Москва, Россия
Заведующий лабораторией «Мониторинг жилищно-коммунального
хозяйства и радиационной безопасности в строительстве»
Доктор технических наук, профессор, Член-корреспондент РААСН
E-mail: v.rimshin@niisf.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9084-4105>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=420903

Соловьев Алексей Кириллович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

Профессор кафедры «Архитектурно-строительного проектирования и физики среды»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: kafedraarhitektury@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=251743

Амелин Павел Андреевич

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова», Белгород, Россия
Ассистент строительства и городского хозяйства

E-mail: p.amelin@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7104-3214>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1144529

Никитин Александр Алексеевич

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»,
Новосибирск, Россия

E-mail: dishonor170@gmail.com

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=395462

**Теория деградации
в жизненном цикле зданий и сооружений**

Аннотация. В статье предложены предпосылки теории деградации при жизненном цикле зданий и сооружений, а также объектов инженерной инфраструктуры, которые состоят из материалов с различными энергетическими потенциалами материалов. Материал представляется совокупностью частиц, связанных в единую систему, и энергия связи этой системы равна разности между суммарной энергией частиц в свободном состоянии, то есть когда частицы не взаимодействуют, и энергией рассматриваемой связанной системы тех же частиц.

Проанализированы существующие исследования по теории сопротивления, пластичности и долговечности бетонных и железобетонных конструкций. Рассматривается понятие энергии и ее различные виды, включая механическую, гравитационную, электромагнитную, ядерную и тепловую. Выведены зависимости для оценки влияния, которое оказывает время начала жизненного цикла объекта капитального строительства на потенциал энергии. При ускорении внешней энергии меньше собственного ускорения энергии объекта возникает «нестареющая» система, которая не зависит от времени, но в то же самое время зависит от внешних сил и энергий. Исследовано, что в определенный период внешний потенциал станет меньше внутреннего потенциала объекта, то время прекращает своё влияние на старение объекта. Взаимодействие потенциалов между собой позволяет прогнозировать жизненный цикл конструкций и сооружений по годам.

Представленный подход может быть полезным для оценки производственных процессов в зданиях и городских инженерных сооружениях. Исследование предлагает новые идеи и подходы к управлению жизненным циклом конструкций, что может быть ценным инструментом для инженеров и специалистов в области строительства и инфраструктуры.

Ключевые слова: деградация; здания; сооружения; связь; энергия; время; свойства материалов; разрушение материи

Введение

Жизненный цикл материалов является важным аспектом в области строительства и строительных конструкций, позволяющим спрогнозировать поведение материалов при возведении и эксплуатации зданий и сооружений, а также разработать эффективные стратегии для повышения долговечности и надежности конструкций. Вопросы жизненного цикла жилых зданий и сооружений рассматривались в нашей стране учеными и специалистами [1–15], а также в зарубежных источниках [16–19].¹

¹ Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю., Дайронас М.В. Технологические процессы в строительстве Учебное пособие / Москва, 2020. — 601 с.

Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилов Е.Ю. Геодезические работы в строительстве учебное пособие Сер. Высшее профессиональное образование. Минеральные воды, 2016. — 215 с.

Бондаренко, В.М. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Промышленное и гражданское строительство" направления подготовки дипломированных специалистов "Строительство" / В.М. Бондаренко, В.И. Римшин. — Москва: Высш. шк., 2006. — 503, [1] с.: ил., табл.; 21 см. — (Для высших учебных заведений. Строительство); ISBN 5-06-004437-8 (В пер.).

Обследование и испытание зданий и сооружений [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Промышленное и гражданское строительство" направления подготовки "Строительство" / [В.Г. Казачек и др.]; под ред. В.И. Римшина. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — Москва: Студент, 2012. — 668, [1] с.: ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-4363-0016-0.

Сегодня следует отметить, что эксплуатационная информационная модель многоквартирного дома обязана обеспечивать возможность интеграции, обмена данными с информационной системой эксплуатации дома создания единого информационного пространства. Для этих целей следует применять открытый формат передачи данных. Информационно-управляющая система организации, на которую возложены непосредственное управление и эксплуатация дома, обеспечивает оперативный информационный обмен с его эксплуатационной информационной модели, а также доступ к информации о процессах эксплуатации дома собственникам помещений и другим участникам эксплуатации. Информационная система эксплуатации многоквартирного дома, единое информационное пространство формируется участниками эксплуатации дома на основе разработанных и подписанных ими юридически обязывающих документов, которые должны определять права, обязанности, принимаемые на себя участниками эксплуатации дома в рамках информационной системы обеспечения его эксплуатации. После чего идет оформление единого информационного пространства, определение порядка доступа и обеспечения конфиденциальности при обмене информацией и данными, включая перечень должностных лиц и сотрудников, участвующих в реализации единого информационного пространства, для которых будут уточнены должностные инструкции, а также форматы и стандарты, применяемые при обмене данными и электронными документами, и ответственность сторон, подписавших соглашение о формировании единого информационного пространства участников эксплуатации многоквартирного дома, а также порядок урегулирования споров. Информационное взаимодействие участников эксплуатации многоквартирного, единого информационного пространства обязано обеспечивать решение задач и функций, реализацию бизнес-процессов с применением эксплуатационной информационной модели, таких как актуализация модели с учётом проводимых мероприятий по ремонту, техническому обслуживанию, установление связи реестров оборудования и помещений с возможностью визуализации информации о месте размещения оборудования в 3D-модели, генерируемой на ее основе (рис. 1). После чего начинается подготовка наряд-заказов на выполнение работ различного назначения с привязкой к соответствующему оборудованию, эксплуатационной документации и месту проведения работ, определение порядка и маршрута доступа к месту выполнения работ с возможностью визуализации информации о маршруте выдвижения ремонтных бригад, размещении оборудования, которое взаимосвязано с 3D-моделью многоквартирного дома, обеспечение мониторинга выполнения работ по содержанию дома, проведению текущего и планово-предупредительных ремонтов посредством предоставления исполнителями работ, лицам, отвечающим за их проведение, интерфейса с эксплуатационной информационной модели многоквартирного дома и возложения на указанных работников обязанностей по отражению хода работ. Затем осуществляется предоставление жильцам возможности фиксировать ход работ по содержанию дома, проведению текущего и планово-предупредительных ремонтов, а также отображение соответствующей фактической и

Курбатов, В.Л. Технология и организация производства строительного комплекса: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» / В.Л. Курбатов, В.И. Римшин, Е.Ю. Шумилова; Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области строительства. — Минеральные Воды: Северо-Кавказский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова», 2021. — 261 с. — ISBN 978-5-903213-52-8. — EDN CKIZWG.

Управление, эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома / В.Л. Курбатов, В.И. Римшин, С.В. Волкова, Е.Ю. Шумилова. — Минеральные воды: Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова, 2022. — 616 с. — ISBN 978-5-903213-55-9. — EDN АСТРМУ.

Информационное моделирование в современном строительстве: Цикл лекций / В.Л. Курбатов, В.И. Римшин, С.В. Волкова [и др.]. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова, 2022. — 322 с. — ISBN 978-5-903213-56-6. — EDN UVRQGE.

визуальной информации в эксплуатационной информационной модели. На практике ведется и осуществляется подготовка поэтажных планов, исполнительной документации на производство плановых или экстренных работ, выдача исходных данных для проведения капитального ремонта, согласование участниками эксплуатации соответствующих документов с применением эксплуатационной информационной модели и предоставление сотрудникам жилищной инспекции и иных контролирурующих органов, а также жильцам доступа к модели. Отметим далее, что применение для этих целей доступно на электронных устройствах и мобильных приложениях. Состав предоставляемой информации определяется разработчиком эксплуатационной информационной модели с учётом законных прав жильцов, собственников и полномочий контролирурующих органов.²

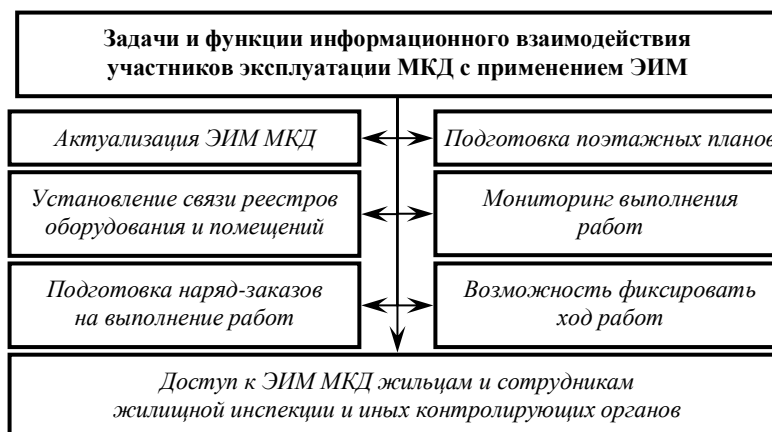


Рисунок 1. Задачи и функции информационного взаимодействия (разработана авторами)

Задачи и функции информационного взаимодействия распределение ресурсов участников эксплуатации многоквартирного дома, в том числе информационных, для решения каждой из перечисленных задач обычно формируется, на наш взгляд, в процессе подготовки документов о создании информационной системы эксплуатации и единого информационного пространства участников эксплуатации дома.²

Методы

Для оценки поведения материала как постепенного кинетического, термоактивационного процесса необходимо рассматривать процесс во времени. Сам материал представляется совокупностью частиц, связанных в единую систему, и энергия связи этой системы равна разности между суммарной энергией частиц в свободном состоянии, то есть когда частицы не взаимодействуют, и энергией рассматриваемой связанной системы тех же частиц.

На следующем этапе следует абстрагироваться от принятых физических законов и выполнить несколько предположений. В данном случае возможно рассмотреть взаимодействие двух систем. К примеру, бетонный образец и пресс, передающий на него внешнюю разрушающую энергию. Значение внешней энергии A разрушает энергии связи U частиц бетонного образца. Энергия связи, в общем представляющую совокупность различных типов энергии, рассматривается как единую распределенная во времени энергия. Допускается рассмотреть и сумму отдельных составляющих энергии связи, однако измерить по отдельности

² СП 480.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Требования к формированию информационных моделей объектов капитального строительства для эксплуатации многоквартирных домов». <https://sro-opus.ru/upload/iblock/4fd/СП-480.1325800.2020.pdf>.

их, а также их взаимопревращения на практике невозможно. По данной аналогии можно предложить рассматривать, например, систему «здание — внешняя среда».

Условие разрушения энергии связи образца во времени записывается как $dA / dt > dU / dt$. Это означает, что в любой момент времени внешняя энергия пресса, такая как мощность, должна, к примеру, быть больше внутренней энергии связи, мощности образца. Далее сделаем предположение, что существует какой-то график распределения мощности исследуемого объекта, в нашем случае, бетона, во времени. Такой график представлен на рисунке 1 в осях «ускорение энергии — время» — « $B - t$ ». Определение «ускорение энергии» принято аналогично известному термину «энергия ускорений» ($mw^2/2$), который имеет такую же размерность. На рассматриваемом графике вертикальная ось обозначает ускорение энергии B^3 Дж/с²; горизонтальная ось обозначает время t . Ускорение энергии B можно принять условно, определяя изменение мощности за единицу времени, которая требуется для последующих построений. В момент времени t_0 , когда начинается взаимодействие энергий, которые приводят к разрушению образца, материальная система (а именно, бетонный образец) имеет макропараметры Q_j и энергии связи U_j . При достижении определённого момента времени t_L (момент разрушения рассматриваемого образца при достижении максимальной нагрузки), например, при окончании взаимодействия энергий, полученный после разрушения материал имеет группу макропараметров Q_2 и энергией U_2 . Энергия связи равна $U = U_j - U_2$. Разность величин $t_L - t_0$ обозначает время, израсходованное на испытание.

Позиции 1, 2, 3 на рисунке 2 показывают возможные распределения мощности энергии связи U . Форменная величина мощности внешнего воздействия может быть задана вручную. В случае прямоугольной формы мощности внешнего воздействия пресса на рассматриваемый объект $B^* t_x$, формула (1) условия разрушения энергии связи рассматриваемого образца в каждый момент времени запишется следующим образом:

$$B^* t_x > \int_{t_x}^{t_L} B(t) dt. \quad (1)$$

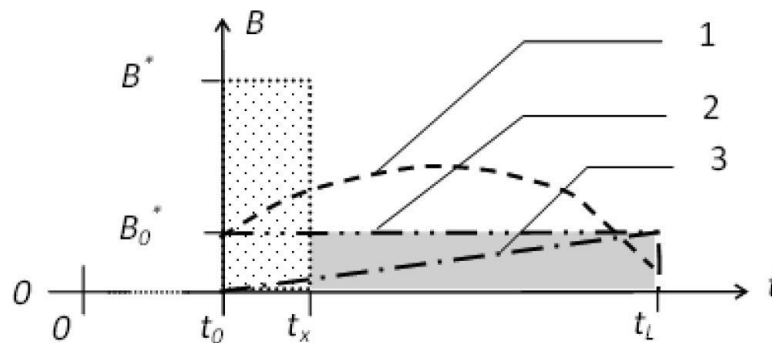


Рисунок 2. Схема распределения во времени мощности объектов капитального строительства (разработана авторами)

Величина $B^* = \frac{\int_{t_x}^{t_L} B(t) dt}{t_x}$ является приведенным ускорением энергии связи бетонного образца в данное время t_x . Полученная в результате расчётов величина B^* прогнозирует поведение энергии связи рассматриваемого образца во времени. Величина B^* называется потенциалом энергии, по своей сущности и поведению она всегда уменьшается со временем.

³ В системе единиц СИ единица скорости измеряется в м/с, единица ускорения измеряется в м/с². Единица силы (ньютон (в системе интернациональной — Н): является сила, которая придаёт телу массой в 1 кг ускорение 1 м/с², то есть, 1 Н = 1 кг×м/с². Единица энергии (или работы) является 1 Н×м = 1 кг×м²/с²; которая называется джоуль (обозначение: Дж); единица мощности — 1 Н×м/с = 1 кг×м²/с³ — называется ватт (обозначение: Вт). В этой системе ускорение энергии есть 1 Дж/с² = 1 кг×м²/с⁴.

Значение $B^* dt$ — это элементарная мощностью сопротивления энергии связи рассматриваемого образца. В данном случае распределение собственной мощности исследуемого образца во времени от начала воздействия t_a до текущего момента времени t_x записывается следующим образом:

$$P(t) = \int_{t_a}^{t_x} \frac{\int_{t_x}^{t_L} B(t) dt}{t_x} \quad (2)$$

В формуле (2) описывается интервал времени от нулевого значения $t_0 = 0$ до t_L при условии, что $t_0 = 0 < t_a < t_x < t_L$. Величина t_a возникает из-за невозможности достижения t_x нулевого значения. Тогда график $P(t)$ имеет всегда положительные значения, и при t_x , стремящемся к t_a , мощность стремится к нулевому значению. Но тогда какое значение t_a следует принимать? Константа t_a имеет большое количество вопросов, которые не имеют логического объяснения.

Тогда предлагается принять начало воздействия t_a как величину, рассчитываемую согласно $t_a = P_{el} / B_m$, где P_{el} — текущее значение упругой мощности, а B_m — модуль упругости материала (в данном случае) в осях « $P - t$ ». Тогда линия зависимости $P = B - t$ на плоскости $P - t$ отделяет зону работы материала без старения от зоны старения и разрушения материала, пластических, псевдопластических деформаций.

Производная этой линии на плоскости « $B - t$ » является горизонтальной прямой, что означает движение по этой линии, не изменяющее «потенциал» объекта во времени, и, следовательно, он не стареет и не разрушается. Если допустить существование упругой области, где происходит работа без старения, то ее форму можно описывать и другими зависимостям, а не только линейной формой.

Предлагается рассмотреть следующие простейшие возможные варианты распределения мощности образца во времени $P(t)$, которые указаны на рисунке 3. На рисунке 3 условно показаны точки t_L как L , а t_x обозначено как x , t_0 имеет нулевое значение. Под схемами на рисунке 3 расположены зависимости, которые описывают изменения потенциалов в соответствии с графиками.

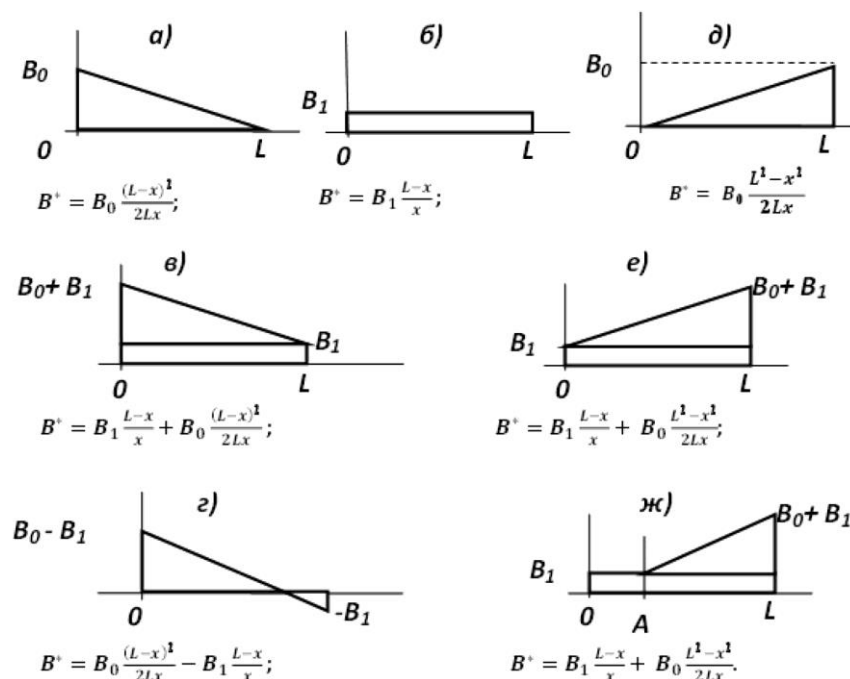


Рисунок 3. Графики (диаграммы) распределения мощности образца и соответствующие им формулы для определения потенциала (разработано автором)

Результаты

Сведения, которые показаны на рисунках 2 и 3, характеризуют следующее:

1. Полученные в результате построения графиков и схем зависимости имеют слагаемые величины, которые составлены из двух независимых множителей, одно значение зависит от времени, другое зависит от значения энергии. В конечном счёте, полученные в расчётах зависимости имеют два независимых множителя, и при определённой величине времени эти неравенства могут работать лишь в случае переменного второго множителя (за исключением определенных точек).

2. Приведенные ускорения энергий (или потенциалы) возможно складывать и вычитать. Это в последующем позволяет описывать их рядом. Графики приведенных ускорений энергии имеют похожие формы в виде гиперболы. Поэтому поведение объектов с разной формой распределения энергии в общих чертах будет похожим.

3. В случае если форма эпюры ускорения энергии рассматриваемого объекта прямоугольная, формула (3) имеет следующий вид:

$$B^*(t_x - t_0) > B_0(t_L - t_x) \quad (3)$$

4. В случае равенства B^* и B_0 , B^* будет описывать комплексное взаимодействие энергий в конкретный период времени, и вместе с этим являться собственным потенциалом ускорения энергии рассматриваемого материального объекта капитального строительства в определенный период времени.

Следовательно, значение $B^* = \frac{(t_L - t_x)}{(t_x - t_0)}$ или, если величина $L = t_L - t_0$ и $x = t_x - t_0$:

$$B^* = B_0 \left(\frac{L}{x} - 1 \right) \quad (4)$$

Исходя из последней формулы (4) можно сделать вывод, что прошедшее до начала взаимодействия время t_0 не оказывает влияние на полученные зависимости.

Обсуждение

В этой связи, анализируя материалы, приведенные в статье, можно сделать следующие выводы:

1. Формулы (1–4) основаны при построении прямоугольной эпюры внешних воздействий. Обычно распределение ускорения внешней энергии может принимать иные формы. В данных условиях распределения ускорения внешней энергии в отдельные моменты времени значения внутреннего сопротивления оказываются больше внешнего воздействия. В следствие проведение испытаний и определение формы внешнего воздействия необходимо проводить самостоятельно.

2. Элементарные зависимости, которые получены в результате проведённых расчётов, делают возможным выполнить оценку влияния, которое оказывает время начала жизненного цикла объекта капитального строительства t_0 на потенциал энергии. Как правило, значение L значительно меньше t_0 , в связи с этим легче взять за начальное значение для расчётов нулевое значение $t_0 = 0$, тогда продолжительность жизни будет равна L .

3. В случае если ускорение внешней энергии меньше собственного ускорения энергии объекта, то возникает так называемая «нестареющая» система, которая не зависит от времени, но в то же самое время зависит от внешних сил и энергий. Также, если в определенный период внешний потенциал станет меньше внутреннего потенциала объекта, то время прекращает своё влияние на старение объекта.

4. Исходя из показанного для того, чтобы время оказывало влияние на энергию, требуется преодолеть не менее двух барьеров: значение V_0 и общую мощность рассматриваемого объекта.

Как вышеуказанные выводы, так и при предварительном рассмотрении другие, оказывают незначительное влияние на общую картину при принципиальном анализе характеристик действия энергии во времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кустикова Ю.О., Римшин В.И. Напряженно-деформированное состояние базальтопластиковой арматуры в железобетонных конструкциях / Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 6. С. 6–9.
2. Римшин В.И., Кустикова Ю.О. Теоретические основы расчета сцепления стеклобазальтопластиковой арматуры с бетоном Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2009. № 2-22. С. 29–33.
3. Римшин В.И., Шубин Л.И., Савко А.В. Ресурс силового сопротивления железобетонных конструкций инженерных сооружений Academia / Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 483–491.
4. Роцина С.И., Римшин В.И. Расчёт деформаций изгибаемых армированных деревянных элементов с учётом ползучести Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 1(34). С. 121–124.
5. Римшин В.И., Варламов А.А., Курбатов В.Л., Анпилов С.М. Развитие теории деградации бетонного композита Строительные материалы. 2019. № 6. С. 12–17.
6. Курбатов В.Л., Комарова Н.Д., Римшин В.И. Ползучесть цементных бетонов при расчете строительных конструкций БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 5(981). С. 27–32.
7. Римшин В.И., Варламов А.А. Объемные модели упругого поведения композита Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 3(375). С. 63–68.
8. Кришан А.Л., Римшин В.И., Теличенко В.И., Рахманов В.А., Наркевич М.Ю. Практическая реализация расчета несущей способности трубобетонных колонн Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 2(368). С. 227–232.
9. Римшин В.И., Трунтов П.С. Этапы технического обследования здания текстильной промышленности Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2023. № 1(403). С. 153–158.
10. Римшин В.И., Калайдо А.В., Семенова М.Н., Давыскиба О.В. Расчет подземных ограждающих конструкций по критериям радоновой безопасности здания Жилищное строительство. 2023. № 7. С. 40–46.
11. Римшин В.И., Калайдо А.В., Семенова М.Н., Борщ В.А. Строительные технологии обеспечения радонобезопасности зданий / Строительные материалы. 2023. № 6. С. 33–38.

12. Римшин В.И., Трунтов П.С. Аналитическая обработка результатов определения ветровых нагрузок на высотные здания БСТ: Бюллетень строительной техники. 2023. № 4(1064). С. 16–19.
13. Римшин В.И., Анпилов С.М., Трунтов П.С. Исследование несущей способности сборных железобетонных плит с внутренней распоркой БСТ: Бюллетень строительной техники. 2023. № 6(1066). С. 27–29.
14. Кришан А.Л., Римшин В.И., Астафьева М.А., Ступак А.А., Анпилов С.М. Учет гибкости при расчете прочности центрально сжатых трубобетонных колонн квадратного сечения Строительство и реконструкция. 2023. № 4(108). С. 47–56.
15. Римшин В.И., Анпилов С.М., Кришан А.Л., Астафьева М.А., Ступак А.А. Прочность коротких трубобетонных колонн квадратного сечения Русский инженер. 2023. № 2(79). С. 46–48.
16. Telichenko V.I., Rimshin V.I., Karelskii A.V., Labudin B.V., Kurbatov V.L. Strengthening technology of timber trusses by patch plates with toothed-plate connectors Journal of Industrial Pollution Control. 2017. Т. 33. № 1. С. 1034–1041.
17. Merkulov S., Rimshin V., Akimov E., Kurbatov V., Roschina S. Regulatory support for the use of composite rod reinforcement in concrete structures. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Сер. "International Conference on Materials Physics, Building Structures and Technologies in Construction, Industrial and Production Engineering, MPCPE 2020" 2020. С. 012022.
18. Kuzina E., Rimshin V. Deformation monitoring of road transport structures and facilities using engineering and geodetic techniques В сборнике: International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT 2017. Conference proceedings. Серия: Advances in Intelligent Systems and Computing. Cham, 2018. С. 410–416.
19. Cherkas A., Rimshin V. Application of composite reinforcement for modernization of buildings and structures В сборнике: RSP 2017 — XXVI R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering. Сер. "MATEC Web of Conferences" Editors: S. Jemioło, A. Zbiciak, M. Mitew-Czajewska, M. Krzemiński and M. Gajewski. 2017. С. 00027.
20. Rimshin V.I., Truntov P.S. Strengthening of reinforced concrete structures by composite materials taking into consideration the carbonization of concrete Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings. 2023. Т. 19. № 2. С. 178–185.
21. Amelin P.A., Rimshin V.I., Kryuchkov A.A., Obernikhin D.V. Finite element modeling of the work of bent reinforced concrete elements of rectangular section in the abaqus software environment В сборнике: Innovations and Technologies in Construction. RUS, 2023. С. 268–275.

Rimshin Vladimir Ivanovich

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
Scientific Research Institute of Building Physics of Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences, Moscow, Russia

E-mail: v.rimshin@niisf.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9084-4105>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=420903

Solovyov Alexey Kirillovich

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: kafedraarxitektury@yandex.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=251743

Amelin Pavel Andreevich

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia
E-mail: p.amelin@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7104-3214>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1144529

Nikitin Aleksandr Alekseevich

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia
E-mail: dishonor170@gmail.com

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=395462

Theory of degradation in the life cycle of buildings and structures

Abstract. The article proposes the premises of the theory of degradation during the life cycle of buildings and structures, as well as engineering infrastructure objects, which consist of materials with different energy potentials of materials. The material is represented by a collection of particles connected into a single system, and the binding energy of this system is equal to the difference between the total energy of particles in a free state, that is, when the particles do not interact, and the energy of the considered connected system of the same particles.

Existing research on the theory of resistance, plasticity and durability of concrete and reinforced concrete structures is analyzed. The concept of energy and its various types are examined, including mechanical, gravitational, electromagnetic, nuclear and thermal. Dependencies have been derived to assess the impact that the start time of the life cycle of a capital construction project has on the energy potential. When the acceleration of external energy is less than the object's own acceleration of energy, an «ageless» system arises, which does not depend on time, but at the same time depends on external forces and energies. It has been studied that in a certain period the external potential will become less than the internal potential of the object, then time ceases to have its influence on the aging of the object. The interaction of potentials with each other makes it possible to predict the life cycle of structures and structures from year to year.

The presented approach can be useful for assessing production processes in buildings and urban engineering structures. The study offers new ideas and approaches to structural life cycle management, which can be a valuable tool for engineers and construction and infrastructure professionals.

Keywords: degradation; buildings; structures; communication; energy; time; properties of materials; destruction of matter