



## ЩОДО ПИТАННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ДІЙ ПІД ЧАС ЗВЕДЕННЯ

**В. П. Мущанов, А. М. Югов<sup>1</sup>, А. О. Тимошко<sup>2</sup>**

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,*

*2, вул. Державіна, м. Макіївка, 86123.*

*E-mail: <sup>1</sup>amyurus@mail.ru, <sup>2</sup>tymoshko@mail.ru*

*Отримана 29 березня 2016; прийнята 22 квітня 2016.*

**Анотація.** У статті проаналізовано сучасний стан питання класифікації дій, що виникають під час зведення будівель, в Європі і пострадянських країнах: Росії, Україні, Білорусії. Згідно з результатами даного аналізу, більшість публікацій не розглядають питання класифікації такого роду дій. У роботі наведена єдина існуюча в нормативних документах класифікація дій під час зведення згідно з Eurocode 1991-1-6. Чітко визначено недоліки цієї класифікації, складено уточнення і доповнення до неї на підставі особливостей національних норм і традицій проектування в пострадянських країнах, а саме: запропоновано 2 додаткових параметри класифікації – за причинами виникнення і за імовірним напрямком, доповнено і розширено список дій, що враховуються в класифікації, а також внесено деякі корективи в класифікацію згідно з Eurocode 1991-1-6 окремих дій.

**Ключові слова:** класифікація, дії, зведення, будівля, параметр класифікації, Eurocode, національні норми.

## К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЙ ВО ВРЕМЯ ВОЗВЕДЕНИЯ

**В. Ф. Мущанов, А. М. Югов<sup>1</sup>, А. А. Тимошко<sup>2</sup>**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,*

*2, ул. Державина, г. Макеевка, 86123.*

*E-mail: <sup>1</sup>amyurus@mail.ru, <sup>2</sup>tymoshko@mail.ru*

*Получена 29 марта 2016; принята 22 апреля 2016.*

**Аннотация.** В статье проанализировано современное состояние вопроса классификации воздействий, возникающих во время возведения зданий, в Европе и постсоветских странах: России, Украине, Белоруссии. Согласно результатам данного анализа, большинство публикаций не рассматривают вопрос классификации такого рода воздействий. В работе приведена единственная существующая в нормативных документах классификация воздействий во время возведения согласно Eurocode 1991-1-6. Четко определены недостатки данной классификации, составлены уточнения и дополнения к ней на основании особенностей национальных норм и традиций проектирования в постсоветских странах, а именно: предложены 2 дополнительных параметра классификации – по причинам возникновения и по вероятному направлению, дополнен и расширен список учитываемых в классификации воздействий, а также внесены некоторые коррективы в классифицирование согласно Eurocode 1991-1-6 отдельных воздействий.

**Ключевые слова:** классификация, воздействия, возведение, здание, параметр классификации, Eurocode, национальные нормы.

## ON THE CLASSIFICATION OF ACTIONS DURING EXECUTION

Volodymyr Mushchanov, Anatoliy Yugov<sup>1</sup>, Andrii Tymoshko<sup>2</sup>

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,*

*2, Derzhavina Str., Makiyivka, 86123.*

*E-mail: <sup>1</sup> amyrus@mail.ru, <sup>2</sup> tymoshko@mail.ru*

*Received 29 March 2016; accepted 22 April 2016.*

**Abstract.** The article analyzes the current state of the question of classification of actions, arising during execution of buildings, in Europe and post-soviet countries: Russia, Ukraine, Belarus. According to the results of this analysis, majority of publications do not consider the question of classification of such actions. The paper contains the only existing in standards classification of actions during execution according to Eurocode 1991-1-6. Disadvantages of this classification were clearly defined and refinements and additions to it on the basis of specificities of national standards and design traditions in post-soviet countries were made: a 2 additional classification parameters – by the emergence reasons and by the probable direction were proposed, the list of actions considered in the classification were updated and extended and some adjustments to the classification of certain actions according to Eurocode 1991-1-6 were also made.

**Keywords:** classification, actions, execution, building, classification parameter, Eurocode, national standards.

### Формулирование проблемы

Строительство – это, без сомнения, одна из наиболее быстроразвивающихся сфер жизнедеятельности человечества. Современное строительство уже давно не ограничивается возведением традиционных многоэтажных зданий, на смену им пришли уникальные высотные здания, требующие индивидуальных решений и подходов при проектировании. А, как известно, к уникальным объектам предъявляются особые требования не только по безопасности эксплуатации, но и по безопасности процессов их возведения.

Одним из них является обязательный расчет такого рода объектов на стадии возведения с учетом специфических воздействий, которые возникают в период возведения объекта. Это требование указано в строительных нормах ряда стран: России [1], Белоруссии [2], Украины [3, 4] и стран Европы [5]. Проверка объекта в стадии возведения на восприятие возникающих на этом этапе воздействий очень важна, ведь от неё может напрямую зависеть безопасность как самого процесса возведения, так и дальнейшей эксплуатации здания или сооружения. Таким образом, вопрос воздействий во время возведения объектов актуален как для вышеупомянутых стран, так и для всего мира.

Отчасти это подтверждается тем, что на государственном уровне в разных странах вводятся в действие специальные нормативные документы, регламентирующие определение и учет именно воздействий во время возведения. Так, в странах Европейского Союза уже достаточно давно действует документ Eurocode 1 part 1–6 «Actions during execution» [5], который с недавних пор разрешен к использованию и в странах постсоветского пространства: России, Украине, Белоруссии, Казахстане, часть из которых уже выпустили на его основе национальные приложения: [6] в Украине, [7] в Белоруссии, а в России и Казахстане соответствующие национальные приложения готовятся к выпуску в ближайшее время.

Одним из важных вопросов при изучении и учете тех или иных воздействий на объекты является вопрос их классификации. В связи с многообразием различных воздействий на здания и сооружения на разных стадиях их «жизненного цикла», данные воздействия нуждаются в оптимальной классификации по различным параметрам с целью их корректного распознавания и учета при проектировании объекта. Так как каждое здание или сооружение на протяжении своего существования проходит две основные стадии: возведения и эксплуатации, то и воздей-

ствия, возникающие на каждой из этих стадий, необходимо классифицировать отдельно. Таким образом, получается, что все воздействия условно делятся на 2 большие группы: эксплуатационные воздействия и воздействия во время возведения объекта.

Что касается классификации эксплуатационных воздействий, то в этой области проблем практически нет, так как такая классификация в том или ином виде присутствует в национальных строительных нормах любой страны и уже давно успешно используется для категоризации такого рода воздействий.

Что же касается классификации воздействий во время возведения, то здесь ситуация обстоит иначе. В постсоветских странах (Россия, Украина, Беларусь) сами по себе воздействия во время возведения, к сожалению, до сих пор в большинстве случаев не учитываются в реальном проектировании объектов, несмотря на наличие требований нормативных документов. В связи с этим и собственной классификации воздействий во время возведения в этих странах нет. Единственная существующая в нормативных документах классификация воздействий во время возведения содержится в [5, табл. 2.1, 2.2]. Национальные приложения постсоветских стран [6, 7], упомянутые выше, фактически являются дословным переводом оригинального текста Eurocode [5] без существенных изменений, в том числе в разделе классификации воздействий. Таким образом, постсоветские страны не разрабатывают собственные классификации воздействий во время возведения и не редактируют классификацию Eurocode [5] с учетом национальных особенностей проектирования и нормирования, а используют её оригинальный вид.

Необходимо отметить, что сам Eurocode 1–6 [5] выпущен достаточно давно, в 2005 году, и с тех пор в части классификации воздействий не подвергался изменениям или уточнениям. Кроме того, данная классификация составлена на основании преимущественно опыта проектирования объектов для Европы. Также некоторые воздействия, указанные в классификации, имеют весьма общий вид, без конкретизации там, где она практически необходима (к примеру – чрезвычайные воздействия). И наконец, в данной классификации не учтены некоторые важные воздействия, непременно возникающие при возведении сложных уникальных объектов.

В связи с этим мы считаем, что классификация воздействий во время возведения Eurocode [5] нуждается в уточнении и дополнении в соответствии с национальными нормами и опытом проектирования постсоветских стран с целью использования в национальных нормативных документах.

### **Обзор литературы по классификациям воздействий в процессе возведения**

Классификация воздействий – проблема преимущественно нормативной базы, так как правильная и четкая регламентация свойств тех или иных воздействий повышает точность и правильность проектных решений. На территории каждой страны действуют нормативные документы, регламентирующие классификацию воздействий по тем или иным параметрам. В России классификация воздействий осуществляется на основании СП 20.1333.2011 «Нагрузки и воздействия» [1], в Украине – ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [3], в Белоруссии действует СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» [2], а в странах Европы – Eurocode 1990:2002 «Basis of structural design» [8]. Это основные документы, регламентирующие классификацию и определение всех нагрузок и воздействий на здания и сооружения. Классификация воздействий также описывается и в других публикациях, например в книгах В. Шуллера [9] и А. Н. Бирбраера [10]. Однако в представленных литературных источниках в основном речь идет об эксплуатационных воздействиях на объекты, а вопрос определения и тем более классификации воздействий во время возведения в большинстве случаев не оговаривается.

Анализ литературных источников по вопросу классификации воздействий во время возведения показал, что единственная достаточно общая классификация воздействий во время возведения содержится в Европейском документе Eurocode 1 part 1–6 «Actions during execution» [5], недостатки которой уже указаны выше. В других публикациях такие воздействия чаще всего упоминаются вскользь при описании нагрузок и воздействий на объекты без особой конкретики или классификации. Примером могут служить украинские ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків» [4], в разделе «Нагрузки и воздействия»

которых расчет конструкций на стадии возведения описывается лишь общими словами рекомендательного характера, без конкретизации. Учет воздействия во время возведения упоминается в публикациях В. Шуллера [9], Э. Н. Кодыша [11] и [12], однако и в этих источниках данный вопрос затрагивается поверхностно, в основном с отсылками к нормативным документам.

Кроме того, некоторые публикации посвящены какому-то одному воздействию во время возведения. Например, статьи П. А. Андреевой, Г. Э. Шаблинского [13] и А. В. Зинатуллина, О. А. Ковальчука [14] посвящены отдельным техногенным воздействиям. Вопрос классификации воздействий во время возведения в данных статьях не поднимается.

Однако есть и единичные публикации, полностью посвященные воздействиям во время возведения. Так, в статье [15] авторы рассматривают расчет металлических конструкций с учетом их монтажных состояний, параллельно затрагивая вопрос о классификации отдельных воздействий, возникающих в период возведения зданий или сооружений.

На основании проведенного анализа литературных источников можно сказать, что вопрос широкой классификации воздействий во время возведения на данный момент изучен недостаточно и нуждается в более глубокой проработке.

### Цель статьи

Целью данной работы является уточнение и дополнение классификации воздействий во время возведения зданий и сооружений на базе классификации Eurocode 1–6 [5] с учетом особенностей национальных норм и традиций проектирования и опыта строительства стран постсоветского пространства.

### Классификация воздействий во время возведения в Eurocode 1991-1-6

Существующая на данный момент классификация воздействий во время возведения в соответствии с Eurocode 1–6 [5, табл. 2.1, 2.2] в оригинальном виде представлена в табл. 1 и 2. В ней все воздействия разделены на 2 таблицы и, соответственно, на 2 большие группы: construction

loads (нагрузки при производстве строительных работ) [5, табл. 2.2] – воздействия, возникающие на этапе возведения объекта и исчезающие после его завершения; other loads (другие нагрузки) [5, табл. 2.1] – другие воздействия, возникающие как на стадии возведения, так и на стадии эксплуатации объекта.

В данной версии [5] воздействия классифицируются на основании параметров, регламентированных п. 4.1.1 Eurocode 1990 [8], а именно:

- 1) по изменению во времени – постоянные, переменные или чрезвычайные;
- 2) по происхождению – прямые или косвенные;
- 3) по изменению в пространстве – стационарные или свободные;
- 4) по природе – статические или динамические.

### Дополнения и уточнения классификации

Уточнение приведенной классификации Eurocode 1–6 [5] начиналось с анализа параметров классифицирования воздействий. Параметры, указанные в национальных нормах постсоветских стран [1–3], практически не отличаются от используемых в Eurocode 1990 [8]; различаться могут лишь термины, обозначающие один и тот же параметр (например, прямые – косвенные в [8] и механической – немеханической природы в [3]). Единственное заметное отличие заключается в том, что в отечественных нормах переменные воздействия в свою очередь делятся на кратковременные и длительные, однако, так как те же нормы указывают, что все воздействия во время возведения объектов следует учитывать как кратковременные, то считаем, что в рамках данной классификации это отличие не существенно.

В свою очередь мы считаем, что указанных параметров недостаточно для полного дифференцирования воздействий по их свойствам, и вдобавок к параметрам [8] на основании анализа отечественного опыта строительства предлагаем включить 2 дополнительных параметра классификации:

1. По причинам (источнику) возникновения:
  - постоянные – естественные воздействия, такие как собственный вес и т. п.;
  - климатические – воздействия, вызванные погодными условиями;
  - геотехнические – воздействия, связанные с подземными процессами;

Таблица 1. Классификация воздействий на стадии возведения

Related clause in this standard	Action	Classification				Remarks	Source
		Variation in time	Classification / Origin	Spatial variation	Nature (static/dynamic)		
4.2	Self weight	Permanent	Direct	Fixed with tolerance / free	Static	Free during transportation / storage. Dynamic if dropped.	EN 1991-1-1
4.3	Soil movement	Permanent	Indirect	Free	Static		EN 1997
4.3	Earth pressure	Permanent / variable	Direct	Free	Static		EN 1997
4.4	Prestressing	Permanent / variable	Direct	Fixed	Static	Variable for local design (anchorage).	EN 1990, EN 1992 to EN 1999
4.5	Pre-deformations	Permanent / variable	Indirect	Free	Static		EN 1990
4.6	Temperature	Variable	Indirect	Free	Static		EN 1991-1.5
4.6	Shrinkage/hydration effects	Permanent / variable	Indirect	Free	Static		EN 1992, EN 1993, EN1994
4.7	Wind actions	Variable / accidental	Direct	Fixed/free	Static / dynamic	(*)	EN 1991-1-4
4.8	Snow loads	Variable/accidental	Direct	Fixed/free	Static / dynamic	(*)	EN 1991-1-3
4.9	Actions due to water	Permanent / variable/accidental	Direct	Fixed/free	Static / dynamic	Permanent / variable according to project specifications. Dynamic for water currents if relevant	EN 1990
4.10	Atmospheric ice loads	Variable	Direct	Free	Static / dynamic	(*)	ISO 12494
4.12	Accidental	Accidental	Direct/indirect	Free	Static/dynamic	(*)	EN 1990, EN 1991-1-7
4.13	Seismic	Variable / accidental	Direct	Free	Dynamic	(*)	EN 1990 (4.1), EN1998

(\*): The source documents need to be examined with the National Annexes in which additional relevant information may be provided.

Таблица 2. Классификация нагрузок при производстве строительных работ

Related clause in this standard	Action (short description)	Classification				Remarks	Source
		Variation in time	Classification / Origin	Spatial variation	Nature (static/dynamic)		
4.11	Personnel and hand tools	Variable	Direct	Free	Static	Dynamic in case of dropped loads	EN 1991-1-1
4.11	Storage movable items	Variable	Direct	Free	Static / dynamic		
4.11	Non-permanent equipment	Variable	Direct	Fixed / free	Static / dynamic		EN 1991-3
4.11	Movable heavy machinery and equipment	Variable	Direct	Free	Static / dynamic		EN 1991-2, EN 1991-3
4.11	Accumulation of waste materials	Variable	Direct	Free	Static / dynamic	Can impose loads on e.g. vertical surfaces also	EN 1991-1-1
4.11	Loads from parts of structure in temporary states	Variable	Direct	Free	Static	Dynamic effects are excluded	EN 1991-1-1

- технологические – воздействия, вызванные осуществлением строительно-монтажных процессов и использованием оборудования;
- техногенные – воздействия от окружающих объектов на строящийся объект;
- чрезвычайные – случайные воздействия, имеющие место на строительной площадке.

2. По вероятному направлению:

- гравитационные – воздействия, действующие сверху вниз;
- горизонтальные – воздействия, действующие в горизонтальной плоскости (перпендикулярно гравитационным воздействиям);

- свободные – воздействия, которые могут действовать в любом направлении либо в нескольких направлениях одновременно.

Согласно предложенным параметрам были проклассифицированы все основные воздействия во время возведения зданий или сооружений. В результате разработаны следующие предложения касательно отнесения воздействий к тому или иному классу:

К постоянным воздействиям следует относить:

- собственный вес смонтированных конструкций, имеющих полное закрепление;
- воздействия от создания предварительного напряжения на стадии возведения;
- воздействия от ожидаемых или неожиданных предварительных деформаций конструкции на стадии возведения.

К геотехническим воздействиям следует относить:

- воздействия от движения грунта;
- воздействия от давления грунта;
- воздействия от грунтовых вод;
- сейсмические воздействия.

К климатическим воздействиям следует относить:

- воздействие ветра на внешние (ограждающие) конструкции здания;
- воздействие ветра на внутренние конструкции здания;
- воздействия от веса снега на промежуточных перекрытиях или других конструкциях здания на стадии возведения;
- воздействия от льдообразования на внешних или внутренних конструкциях, а также на вспомогательном оборудовании;
- температурные климатические воздействия;
- вес скопившейся дождевой воды на конструкциях или промежуточных перекрытиях здания.

К технологическим воздействиям следует относить:

- нагрузки от веса элементов конструкций на временно ограниченном этапе строительства, до осуществления полного проектного закрепления;
- воздействия от строительного персонала и ручного инструмента;
- воздействия от веса штабелированных грузов или строительных материалов, хранящихся на перекрытиях возводимого объекта;

- воздействия от временного монтажного оборудования (вес опалубки, лесов, подмостей и т. п., а также динамические воздействия от вибраторов и т. д.);

- воздействия от движущихся по возводимому объекту тяжелых машин или оборудования;

- воздействия от монтажных механизмов (воздействия, передающиеся на конструкции здания, например, с приставных монтажных кранов);

- воздействия от веса скопившихся строительных отходов;

- воздействия от необходимых технологических пригрузов на время монтажа некоторых конструкций (например, подвесных покрытий);

К техногенным воздействиям следует относить:

- воздействия от городских транспортных средств;

- воздействия от технологических процессов на близлежащих строительных площадках;

- воздействия от технологического оборудования в соседних производственных зданиях.

К группе чрезвычайных следует относить такие воздействия:

- удары конструкций друг о друга;
- воздействия от падений конструкций и материалов;

- воздействия от обрушения смонтированных несущих конструкций;

- воздействия от столкновения транспортных средств с конструкциями;

- взрывы на строительной площадке и за её пределами.

Предложенная классификация воздействий во время возведения по причинам возникновения представлена в виде блок-схемы на рисунке.

Следует обратить внимание на то, что группа технологических воздействий в предложенной классификации практически совпадает с классификацией нагрузок при производстве строительных работ (табл. 2), действующих только на стадии возведения, согласно Eurocode 1–6 [5]. Это было ожидаемо, потому что описанные технологические воздействия аналогично могут иметь место только на этапе монтажа конструкций. Однако кроме технологических воздействий к нагрузкам, возникающим только на этапе возведения и исчезающим после его завершения,

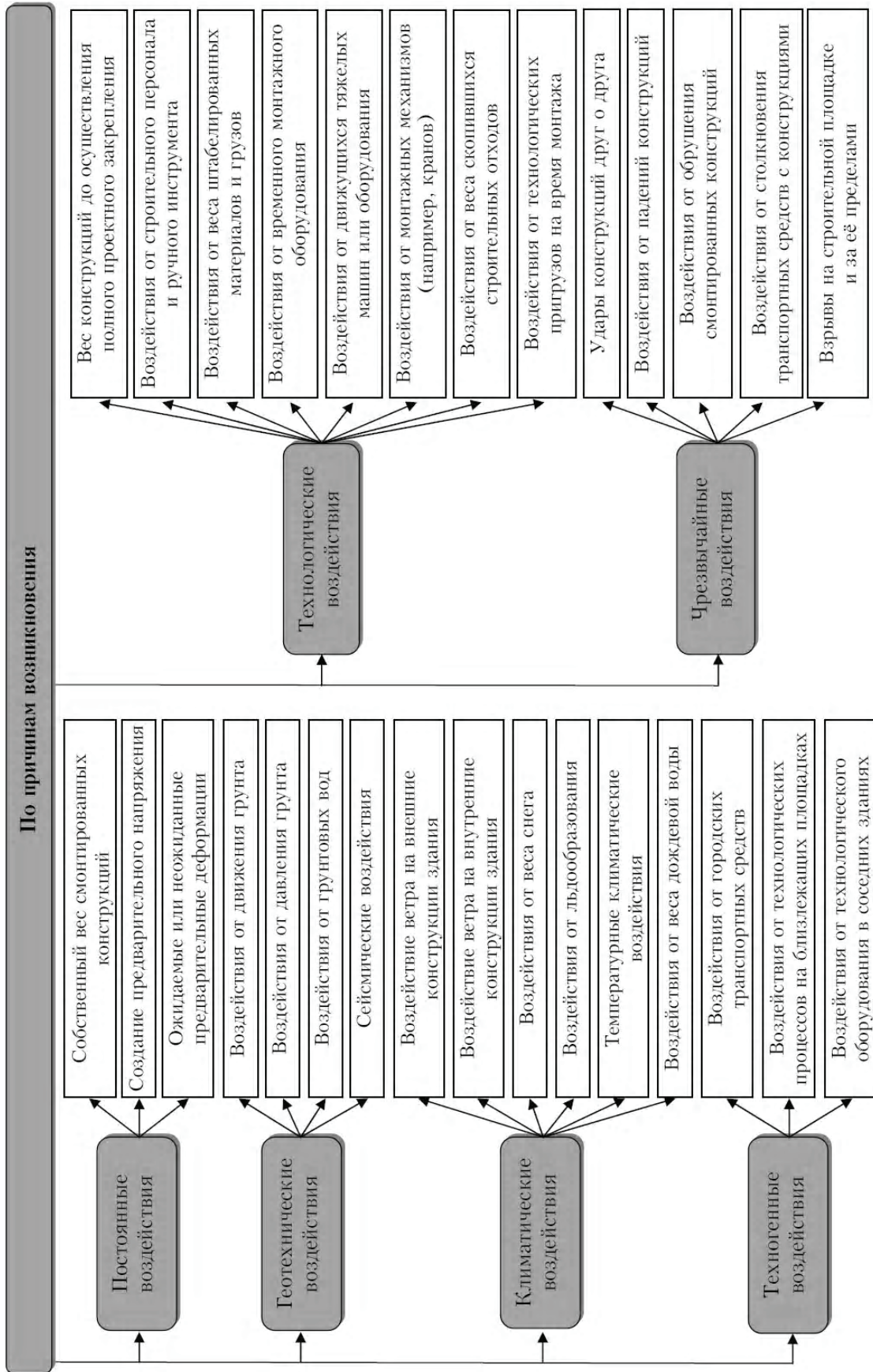


Рисунок. Блок-схема классификации воздействий во время возведения зданий по причинам возникновения.

относятся также воздействие ветра на внутренние конструкции здания, не рассчитанные на восприятие ветровых нагрузок, воздействия от снега и льдообразования на внутренних конструкциях (перекрытиях) здания во время его возведения, а также чрезвычайные воздействия на строительной площадке, описанные выше.

В свою очередь группа технологических воздействий была дополнена воздействиями от монтажных механизмов и технологических пригрузов на этапе строительства. Воздействия от монтажных механизмов, как отмечают В. Г. Колесниченко и А. М. Югов в своей статье [15], возникают при возведении, например, высотных зданий с помощью приставных или самоподъемных кранов. Ведь в этом случае на конструкции здания будут влиять не только воздействия от самого крана (собственный вес, вес поднимаемого груза), но и передаваемое им на каркас ветровое давление на сам кран. Технологические пригрузки на элементы присутствуют, например, при возведении вантовых покрытий для создания натяжения в провисающих канатах, поэтому тоже должны учитываться в соответствующих расчетах.

Согласно классификации из [5], приведенной в табл. 2, природа воздействий скопления строительного мусора по какой-то причине указана как статическая либо динамическая. В реальном строительстве невозможно представить себе ситуацию, в которой строительный мусор оказывал бы динамическое влияние, поэтому считаем, что воздействие от строительного мусора следует рассматривать как чисто статическое.

Также в предложенной классификации введена группа техногенных воздействий, которые по какой-то причине вообще не учтены в классификации Eurocode 1–6, несмотря на то, что они весьма распространены и актуальны, особенно при возведении здания в условиях городской застройки в связи с активным влиянием городских транспортных систем и окружающих объектов. Техногенные воздействия, а именно влияние железнодорожного транспорта на близлежащее здание и влияние вибраций от метрополитена на здание повышенной этажности рассматривают в своих статьях соответственно П. А. Андреева [13] и А. В. Зинатуллин [14].

Чрезвычайные воздействия были конкретизированы по сравнению с Eurocode и вынесены в

отдельную группу для более удобного и четкого понимания причин их возникновения. В статье [15] справедливо отмечается важность учета чрезвычайных воздействий, таких как удар монтируемых конструкций об уже смонтированные.

Воздействие ветра, по нашему мнению, нельзя указывать одним пунктом, как это сделано в табл. 1, ведь на стадии возведения объекта воздействию ветра подвергаются не только внешние ограждающие конструкции здания, но и открытые незащищенные внутренние конструкции, которые не были рассчитаны на восприятие ветровой нагрузки. В связи с этим в предложенной классификации ветровое воздействие было разделено на 2 соответствующие части – воздействие ветра на внешние конструкции (возникающее как на стадии возведения, так и на стадии эксплуатации) и воздействие ветра на внутренние конструкции (возникающее только в период возведения).

Также в группу климатических воздействий было введено воздействие от скопления дождевой воды, которое может наблюдаться на промежуточных перекрытиях здания при неровности их поверхности.

Что же касается классификации воздействий по возможному направлению, то к гравитационным воздействиям относятся собственный вес смонтированных и монтируемых конструкций, воздействия от снега, льдообразования и скопления дождевой воды, воздействия от строительного персонала, ручного инструмента, веса штабелированных грузов, строительных материалов и чрезвычайные воздействия от падения конструкций.

К горизонтальным воздействиям относятся воздействия от движения и давления грунта, воздействия от грунтовых вод, ветровые воздействия на внешние и внутренние конструкции здания на стадии монтажа и чрезвычайные воздействия от столкновения транспортных средств.

Все остальные воздействия, указанные в предложенном перечне, можно отнести к свободным воздействиям, так как они могут действовать в разных направлениях в зависимости от конкретной ситуации.

Также важной темой при рассмотрении воздействий во время возведения зданий является вероятность их возникновения. Учитывая то, что все воздействия имеют стохастический характер, особенно остро вопрос вероятности возник-



новения стоит для воздействий во время возведения, потому что, как справедливо отмечено в [16, с. 232]: «... по здравому смыслу невероятно, что весьма большие значения этих воздействий будут достигнуты в течение коротких периодов (что является частым случаем для расчетных ситуаций в период строительства)». Однако рекомендации по учету вероятности для воздействий во время возведения даны далеко не для всех воздействий. Пункт 3.1(5) [5, с. 14] предписывает: «В расчетных ситуациях должны быть учтены вероятности для любых соответствующих периодов повторяемости переменных воздействий», то есть Еврокод предлагает учитывать вероятность возникновения воздействий во время возведения путем уменьшения периодов повторяемости этих воздействий по сравнению с 50-летним периодом повторяемости на стадии эксплуатации. Примечание 1 к этому же пункту говорит, что: «Периоды повторяемости... могут быть указаны в национальном приложении или в рамках конкретного проекта», однако, как показывает практика, в конкретных проектах период повторяемости таких воздействий не устанавливается, как впрочем, и в национальных приложениях. Сам EN 1991-1-6 рекомендует периоды повторяемости только для климатических воздействий (температурных, снеговых и ветровых) [5, табл. 3.1] в зависимости от ожидаемой продолжительности стадии возведения. Так, для продолжительности стадии возведения менее 3 суток период повторяемости воздействий  $R = 2$  года, для продолжительности от 3 суток до 3 месяцев  $R = 5$  лет, от 3 месяцев до 1 года  $R = 10$  лет и для продолжительности стадии возведения более 1 года  $R = 50$  лет, как и для стадии эксплуатации. Авторы [16] в своей работе приводят выражения для определения  $k$  – коэффициентов редукции временных климатических воздействий, используемые при определении характеристических значений данных воздействий во время возведения здания и основанные на периодах повторяемости  $R$  и соответствующих им вероятностях превышения  $p$ .

Что касается чрезвычайных (аварийных) воздействий, то здесь мы предполагаем, что для определения вероятности их возникновения в период возведения здания может служить подход, изложенный в работе А. Р. Ржаницына [17], а именно определение вероятности наступления

редких событий. Данный подход предусматривает, что некоторое событие  $N$  появляется случайно, через достаточно большой промежуток времени, что предполагает отсутствие корреляционной связи между событиями (сроки возникновения следующего события не влияют на сроки появления предыдущего события), при этом нередко набор статистических данных по воздействию очень мал, что обычно актуально именно для аварийных воздействий. Поэтому считаем, что на основании данного подхода возможно составление коэффициента редукции воздействия  $k$ , основанного на вероятности появления аварийного события  $P_r$  или расчет соответствующих коэффициентов сочетания  $\Psi$  для аварийных воздействий.

Что же касается технологических и техногенных воздействий во время возведения зданий, то вопрос вероятности их возникновения остается открытым. В связи с тем, что ни один нормативный документ не дает специальных рекомендаций по вероятности таких воздействий, следовательно, они подчиняются общим принципам для зданий на стадии эксплуатации (расчетный период повторяемости 50 лет), что вызывает некоторые сомнения.

Ещё одним важным моментом является сочетание воздействий при проверке предельных состояний. Для воздействий во время возведения [5, п. 3.2, 3.3] и [16, с. 237–239] говорят, что проверка предельных состояний по прочности и эксплуатационной пригодности должна производиться в соответствии с EN 1990 [8] на основании сочетаний воздействий, также устанавливаемых EN 1990. То есть в вопросе комбинации воздействий (например, климатических и технологических – п. 3.1(7) [5]) дается лишь ссылка на стандартные выражения комбинирования воздействий в [8], что отражено и в руководстве [18]. В общем случае для воздействий во время возведения необходимы 5 типов комбинаций воздействий: для основных расчетных ситуаций – переходных [8, выр. 6.10, с. 47], аварийных [8, выр. 6.11b, с. 48] и сейсмических [8, выр. 6.12b, с. 48], а также 2 комбинации для проверки на эксплуатационную пригодность – характеристическая [8, выр. 6.14b, с. 50] и длительная (квазипостоянная) [8, выр. 6.16b, с. 50]. Выражения для определения сочетаний воздействий принимаются в стандартном виде, разница заключается

лишь в коэффициентах сочетания  $\psi_1$  и  $\psi_2$ , которые рекомендуются  $\psi_1 = 0,6 - 1$ ,  $\psi_2 = 0,2$  для временных воздействий во время возведения, согласно приложению А.1 [5].

### Заключение

Классификация любых воздействий, безусловно, является важным вопросом, однако особенно остро, как показал анализ современных нормативных документов и других источников, стоит проблема классификации воздействий, возникающих во время возведения объектов. Единственная нормативная классификация таких воздействий, со-

держащаяся в Eurocode 1991-1-6 [5], по нашему мнению, устарела и имеет весьма общий вид.

Предложенные в статье дополнения и уточнения, основанные на анализе публикаций и опыта проектирования и возведения зданий в постсоветских странах, расширяют данную классификацию, делают её более конкретизированной и удобной для использования в таких странах, как Россия, Белоруссия, Украина.

Анализ вопроса вероятности возникновения воздействий во время возведения показал, что он нуждается в существенной доработке для более точного определения воздействий такого рода и их учета при проектировании.

### Литература

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* [Текст]. – Введ. 20-05-2011. – М. : Минрегион России, 2011. – 80 с. – (Свод правил).
2. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия [Текст]. – Взамен главы СНиП II-6-74 ; введ. 01-01-1987. – М. : ФГУП ЦПП, 2005. – 44 с. – (Строительные нормы и правила).
3. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]. – Уведено вперше ; надано чинності з 1 січня 2007 р. – К. : Мінбуд України, 2006. – 75 с. – (Державні будівельні норми України).
4. ДБН В.2.2-24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків [Текст]. – Введено вперше ; чинні від 2009-09-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 133 с. – (Державні будівельні норми України).
5. EN 1991-1-6:2005. Eurocode 1 – Actions on structures [Текст]. Part 1–6: General actions – Actions during execution. – Approved 13 January 2005. – Brussels : CEN, 2005. – 29 p. – (European standard).
6. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-6:2012. Єврокод 1: Дії на конструкції [Текст]. Частина 1–6: Загальні дії – Дії під час зведення (EN 1991-1-6:2005, IDT). – Уведено вперше ; чинні від 01.07.2013. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 45 с. – (Національний стандарт України).
7. ТКП EN 1991-1-6-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции [Текст]. Часть 1–6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ. – Введен впервые ; дата введ. 10.12.2009. – Минск : Минстройархитектуры, 2009. – 28 с. – (Технический кодекс установившейся практики).

### References

1. SP 20.13330.2011. Loads and effects. Updated reaction. SNiP 2.01.07-85\*. Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2011. 80 p. (in Russian)
2. SNiP 2.01.07-85\*. Loads and effects. Moscow: FGUP TsPP, 2005. 44 p. (in Russian)
3. DBN V.1.2-2:2006. Loads and effects. Design standards. Kyiv: Ministry of Regional Development Ukraine, 2006. 75 p. (in Ukrainian)
4. DBN V.2.2-24:2009. Design of high-rise residential and municipal buildings. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2009. 133 p. (in Ukrainian)
5. EN 1991-1-6:2005. Eurocode 1 – Actions on structures. Part 1–6: General actions – Actions during execution. Approved 13 January 2005. Brussels: CEN, 2005. 29 p. (European standard).
6. DSTU-N B EN 1991-1-6:2012. Eurocode 1: Actions on structures. Part 1–6: General actions – Actions during execution (EN 1991-1-6:2005, IDT). Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2013. 45 p. (in Ukrainian)
7. ТКП EN 1991-1-6-2009. Eurocode 1. Actions on structures. Part 1–6: General actions. Actions during execution. Minsk: Minstroiarhitektury, 2009. 28 p. (in Russian)
8. EN 1990:2002. Eurocode – Basis of structural design. Approved 20 November 2001. Brussels: CEN, 2002. 116 p. (European standard).
9. Shuller, V. Construction of high-rise buildings. Moscow: Stroiizdat, 1979. 248 p. (in Russian)
10. Birbraer, A. N.; Roleder, A. Yu. Extreme conditions or factors on buildings and structures. St. Petersburg: Publishing the Polytechnic University, 2009. 594 p. ISBN 978-5-7422-2370-2. (in Russian)
11. Kodysh, E. N.; Trekin, N. N.; Nikitin, I. K. Designing of multistorey buildings, having reinforced concrete

8. EN 1990:2002. Eurocode – Basis of structural design [Текст]. – Approved 20 November 2001. – Brussels : CEN, 2002. – 116 p. – (European standard).
9. Шуллер, В. Конструкции высотных зданий [Текст] / В. Шуллер ; пер. с англ. Л. Ш. Килимника; под ред. Г. А. Казиной. – М. : Стройиздат, 1979. – 248 с.
10. Бирбраер, А. Н. Экстремальные воздействия на здания и сооружения [Текст] / А. Н. Бирбраер, А. Ю. Роледер. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 594 с. – ISBN 978-5-7422-2370-2.
11. Кодыш, Э. Н. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом [Текст] : [монография] / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, И. К. Никитин. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 352 с. – ISBN 978-5-93093-679-7.
12. Steel Buildings in Europe [Электронный ресурс]. Multi-Storey Steel Buildings. Part 3: Actions : [Design manual] / CTICM and SCI. – 39 p. – Режим доступа : [http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/4-BE/EN/MSB03\\_Actions.pdf](http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/4-BE/EN/MSB03_Actions.pdf) (Дата обращения 09.02.2016).
13. Андреева, П. А. Изучение влияния прохождения железнодорожного транспорта на вибрации расположенного вблизи здания КБ «Вертолеты России» [Текст] / П. И. Андреева, Г. Э. Шаблинский // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2013. № 1(38). С. 53–58. ISSN 1607-1859.
14. Зинатуллин, А. В. Особенность динамических откликов элементов конструкций зданий повышенной этажности [Текст] / А. В. Зинатуллин, О. А. Ковальчук // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2013. № 1(38). С. 59–64. ISSN 1607-1859.
15. Колесниченко, В. Г. Вопросу расчета металлических конструкций на монтажные нагрузки и воздействия [Текст] / В. Г. Колесниченко, А. М. Югов // Современное промышленное и гражданское строительство. 2006. Том 2, № 4. С. 195–202.
16. Гульванесян, Х. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 1: Воздействия на сооружения. Разделы EN 1991-1-1 и с 1991-1-3 по 1991-1-7 [Текст] : пер. с англ. / Х. Гульванесян, П. Формичи, Ж.-А. Калгаро ; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. стрит. ун-т». – М. : МГСУ, 2011. – 340 с. – ISBN 978-5-7264-0538-4.
17. Ржаницын, А. Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность [Текст] / А. Р. Ржаницын. – М. : Стройиздат, 1978. – 239 с.
18. Гульванесян, Х. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 1990: Основы проектирования сооружений [Текст] : пер. с англ. / Х. Гульванесян, Ж.-А. Калгаро, М. Голицки. – М. : МГСУ, 2011. – 264 с. – ISBN 978-5-7264-0537-7.
- framing. Monograph. Moscow: Publishing house of Association of Construction Institutions of Higher Education, 2009. 352 p. ISBN 978-5-93093-679-7. (in Russian)
12. Steel Buildings in Europe. Multi-Storey Steel Buildings. Part 3: Actions / CTICM and SCI. 39 p. Accessed at: [http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/4-BE/EN/MSB03\\_Actions.pdf](http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/4-BE/EN/MSB03_Actions.pdf).
13. Andreyeva, P. I.; Shablinskiy, G. E. Study of railway traffic influence on the vibrations of the nearby building «Helicopters from Russia». In: *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*, 2013, No. 1(38), pp. 53–58. (in Russian)
14. Zinatullin, A. V., Kovalchuk, O. A. Special feature of dynamic responses of structural elements in high-rise buildings. In: *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*, 2013, No. 1(38), pp. 59–64. (in Russian)
15. Kolesnichenko, V. G.; Yugov, A. M. On the calculation of metalwork for assembly loads and effects. In: *Modern Industrial and Civil Construction*, 2006, Volume 2, Number 4, pp. 195–202. (in Russian)
16. Gulvanessian, H.; Formichi, P.; Calgaro, J.-A. Designers' Guide to Eurocode 1: Actions on buildings. EN 1991-1-1 and 1991-1-3 to 1991-1-7. Moscow: MSBU, 2011. 340 p. ISBN 978-5-7264-0538-4. (in Russian)
17. Rzhantsyn, A. R. Theory of the building structures design reliability calculation. Moscow: Stroizdat, 1978. 239 p. (in Russian)
18. Gulvanessian, H.; Calgaro J.-A.; Holicky, M. Designers' Guide to Eurocode 1990: Basis of structural design. Moscow: MSBU, 2011. 264 p. ISBN 978-5-7264-0537-7. (in Russian)

**Мущанов Володимир Пилипович** – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри теоретичної і прикладної механіки, проректор з наукової роботи Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів» та міжнародної асоціації «Просторові конструкції». Академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: теорія надійності, розрахунок, проектування та технічна діагностика просторових металевих конструкцій.

**Югов Анатолій Михайлович** – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член Української асоціації з металевих конструкцій, член Міжнародної асоціації просторових конструкцій, член Української спілки з неруйнівного контролю та технічної діагностики. Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, технічна діагностика будівельних конструкцій, технологія і організація монтажу металевих конструкцій, робота металевих конструкцій з урахуванням монтажних станів.

**Тимошко Андрій Олександрович** – аспірант кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: напружено-деформований стан висотних будівель з металевих конструкцій з урахуванням монтажних впливів.

**Мущанов Владимир Филипович** – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики, проректор по научной работе Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член международной организации «Институт гражданских инженеров» и международной организации «Пространственные конструкции», академик Академии строительства Украины. Научные интересы: теория надежности, расчет, проектирование и техническая диагностика пространственных металлических конструкций.

**Югов Анатолий Михайлович** – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член Украинской ассоциации по металлическим конструкциям, член Международной ассоциации по пространственным конструкциям, член Украинского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике. Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, техническая диагностика строительных конструкций, технология и организация монтажа металлических конструкций, работа металлических конструкций с учетом монтажных состояний.

**Тимошко Андрей Александрович** – аспирант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: напряженно-деформированное состояние высотных зданий из металлических конструкций с учетом монтажных воздействий.

**Mushchanov Volodymyr** – DSc (Engineering), Professor; Head of the Theoretical and Applied Mechanics Department, vice-rector on the scientific activity of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer» and international organization of «Spatial Structures», the academician of the Civil Engineering Academy of Ukraine. Scientific interests: the reliability theory, analyze, designing and engineering diagnostics of spatial metal structures.

**Yugov Anatoliy** – DSc (Engineering), Professor; Head of the Construction Technology and Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. He is a Member of Ukrainian Association of Metal Construction, Member of the International association of spatial construction, Member of the Ukrainian society under the undestroyed control and technical diagnostics. Scientific interests: the reliability of existing metal structures, technical diagnostics of building designs, technology and management of metal structures erection, stress-strain parameters of metal structures accounting actions during execution.

**Tymoshko Andrii** – PhD student; Construction Technology and Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: stress-strain state of high-rise buildings of metal structures accounting actions during execution.

ствия, возникающие на каждой из этих стадий, необходимо классифицировать отдельно. Таким образом, получается, что все воздействия условно делятся на 2 большие группы: эксплуатационные воздействия и воздействия во время возведения объекта.

Что касается классификации эксплуатационных воздействий, то в этой области проблем практически нет, так как такая классификация в том или ином виде присутствует в национальных строительных нормах любой страны и уже давно успешно используется для категоризации такого рода воздействий.

Что же касается классификации воздействий во время возведения, то здесь ситуация обстоит иначе. В постсоветских странах (Россия, Украина, Беларусь) сами по себе воздействия во время возведения, к сожалению, до сих пор в большинстве случаев не учитываются в реальном проектировании объектов, несмотря на наличие требований нормативных документов. В связи с этим и собственной классификации воздействий во время возведения в этих странах нет. Единственная существующая в нормативных документах классификация воздействий во время возведения содержится в [5, табл. 2.1, 2.2]. Национальные приложения постсоветских стран [6, 7], упомянутые выше, фактически являются дословным переводом оригинального текста Eurocode [5] без существенных изменений, в том числе в разделе классификации воздействий. Таким образом, постсоветские страны не разрабатывают собственные классификации воздействий во время возведения и не редактируют классификацию Eurocode [5] с учетом национальных особенностей проектирования и нормирования, а используют её оригинальный вид.

Необходимо отметить, что сам Eurocode 1–6 [5] выпущен достаточно давно, в 2005 году, и с тех пор в части классификации воздействий не подвергался изменениям или уточнениям. Кроме того, данная классификация составлена на основании преимущественно опыта проектирования объектов для Европы. Также некоторые воздействия, указанные в классификации, имеют весьма общий вид, без конкретизации там, где она практически необходима (к примеру – чрезвычайные воздействия). И наконец, в данной классификации не учтены некоторые важные воздействия, непременно возникающие при возведении сложных уникальных объектов.

В связи с этим мы считаем, что классификация воздействий во время возведения Eurocode [5] нуждается в уточнении и дополнении в соответствии с национальными нормами и опытом проектирования постсоветских стран с целью использования в национальных нормативных документах.

### **Обзор литературы по классификациям воздействий в процессе возведения**

Классификация воздействий – проблема преимущественно нормативной базы, так как правильная и четкая регламентация свойств тех или иных воздействий повышает точность и правильность проектных решений. На территории каждой страны действуют нормативные документы, регламентирующие классификацию воздействий по тем или иным параметрам. В России классификация воздействий осуществляется на основании СП 20.1333.2011 «Нагрузки и воздействия» [1], в Украине – ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [3], в Белоруссии действует СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» [2], а в странах Европы – Eurocode 1990:2002 «Basis of structural design» [8]. Это основные документы, регламентирующие классификацию и определение всех нагрузок и воздействий на здания и сооружения. Классификация воздействий также описывается и в других публикациях, например в книгах В. Шуллера [9] и А. Н. Бирбраера [10]. Однако в представленных литературных источниках в основном речь идет об эксплуатационных воздействиях на объекты, а вопрос определения и тем более классификации воздействий во время возведения в большинстве случаев не оговаривается.

Анализ литературных источников по вопросу классификации воздействий во время возведения показал, что единственная достаточно общая классификация воздействий во время возведения содержится в Европейском документе Eurocode 1 part 1–6 «Actions during execution» [5], недостатки которой уже указаны выше. В других публикациях такие воздействия чаще всего упоминаются вскользь при описании нагрузок и воздействий на объекты без особой конкретики или классификации. Примером могут служить украинские ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків» [4], в разделе «Нагрузки и воздействия»

которых расчет конструкций на стадии возведения описывается лишь общими словами рекомендательного характера, без конкретизации. Учет воздействия во время возведения упоминается в публикациях В. Шуллера [9], Э. Н. Кодыша [11] и [12], однако и в этих источниках данный вопрос затрагивается поверхностно, в основном с отсылками к нормативным документам.

Кроме того, некоторые публикации посвящены какому-то одному воздействию во время возведения. Например, статьи П. А. Андреевой, Г. Э. Шаблинского [13] и А. В. Зинатуллина, О. А. Ковальчука [14] посвящены отдельным техногенным воздействиям. Вопрос классификации воздействий во время возведения в данных статьях не поднимается.

Однако есть и единичные публикации, полностью посвященные воздействиям во время возведения. Так, в статье [15] авторы рассматривают расчет металлических конструкций с учетом их монтажных состояний, параллельно затрагивая вопрос о классификации отдельных воздействий, возникающих в период возведения зданий или сооружений.

На основании проведенного анализа литературных источников можно сказать, что вопрос широкой классификации воздействий во время возведения на данный момент изучен недостаточно и нуждается в более глубокой проработке.

### Цель статьи

Целью данной работы является уточнение и дополнение классификации воздействий во время возведения зданий и сооружений на базе классификации Eurocode 1–6 [5] с учетом особенностей национальных норм и традиций проектирования и опыта строительства стран постсоветского пространства.

### Классификация воздействий во время возведения в Eurocode 1991-1-6

Существующая на данный момент классификация воздействий во время возведения в соответствии с Eurocode 1–6 [5, табл. 2.1, 2.2] в оригинальном виде представлена в табл. 1 и 2. В ней все воздействия разделены на 2 таблицы и, соответственно, на 2 большие группы: construction

loads (нагрузки при производстве строительных работ) [5, табл. 2.2] – воздействия, возникающие на этапе возведения объекта и исчезающие после его завершения; other loads (другие нагрузки) [5, табл. 2.1] – другие воздействия, возникающие как на стадии возведения, так и на стадии эксплуатации объекта.

В данной версии [5] воздействия классифицируются на основании параметров, регламентированных п. 4.1.1 Eurocode 1990 [8], а именно:

- 1) по изменению во времени – постоянные, переменные или чрезвычайные;
- 2) по происхождению – прямые или косвенные;
- 3) по изменению в пространстве – стационарные или свободные;
- 4) по природе – статические или динамические.

### Дополнения и уточнения классификации

Уточнение приведенной классификации Eurocode 1–6 [5] начиналось с анализа параметров классифицирования воздействий. Параметры, указанные в национальных нормах постсоветских стран [1–3], практически не отличаются от используемых в Eurocode 1990 [8]; различаться могут лишь термины, обозначающие один и тот же параметр (например, прямые – косвенные в [8] и механической – немеханической природы в [3]). Единственное заметное отличие заключается в том, что в отечественных нормах переменные воздействия в свою очередь делятся на кратковременные и длительные, однако, так как те же нормы указывают, что все воздействия во время возведения объектов следует учитывать как кратковременные, то считаем, что в рамках данной классификации это отличие не существенно.

В свою очередь мы считаем, что указанных параметров недостаточно для полного дифференцирования воздействий по их свойствам, и вдобавок к параметрам [8] на основании анализа отечественного опыта строительства предлагаем включить 2 дополнительных параметра классификации:

1. По причинам (источнику) возникновения:
  - постоянные – естественные воздействия, такие как собственный вес и т. п.;
  - климатические – воздействия, вызванные погодными условиями;
  - геотехнические – воздействия, связанные с подземными процессами;

Таблица 1. Классификация воздействий на стадии возведения

Related clause in this standard	Action	Classification				Remarks	Source
		Variation in time	Classification / Origin	Spatial variation	Nature (static/dynamic)		
4.2	Self weight	Permanent	Direct	Fixed with tolerance / free	Static	Free during transportation / storage. Dynamic if dropped.	EN 1991-1-1
4.3	Soil movement	Permanent	Indirect	Free	Static		EN 1997
4.3	Earth pressure	Permanent / variable	Direct	Free	Static		EN 1997
4.4	Prestressing	Permanent / variable	Direct	Fixed	Static	Variable for local design (anchorage).	EN 1990, EN 1992 to EN 1999
4.5	Pre-deformations	Permanent / variable	Indirect	Free	Static		EN 1990
4.6	Temperature	Variable	Indirect	Free	Static		EN 1991-1.5
4.6	Shrinkage/hydration effects	Permanent / variable	Indirect	Free	Static		EN 1992, EN 1993, EN1994
4.7	Wind actions	Variable / accidental	Direct	Fixed/free	Static / dynamic	(*)	EN 1991-1-4
4.8	Snow loads	Variable/accidental	Direct	Fixed/free	Static / dynamic	(*)	EN 1991-1-3
4.9	Actions due to water	Permanent / variable/accidental	Direct	Fixed/free	Static / dynamic	Permanent / variable according to project specifications. Dynamic for water currents if relevant	EN 1990
4.10	Atmospheric ice loads	Variable	Direct	Free	Static / dynamic	(*)	ISO 12494
4.12	Accidental	Accidental	Direct/indirect	Free	Static/dynamic	(*)	EN 1990, EN 1991-1-7
4.13	Seismic	Variable / accidental	Direct	Free	Dynamic	(*)	EN 1990 (4.1), EN1998

(\*): The source documents need to be examined with the National Annexes in which additional relevant information may be provided.

Таблица 2. Классификация нагрузок при производстве строительных работ

Related clause in this standard	Action (short description)	Classification				Remarks	Source
		Variation in time	Classification / Origin	Spatial variation	Nature (static/dynamic)		
4.11	Personnel and hand tools	Variable	Direct	Free	Static	Dynamic in case of dropped loads	EN 1991-1-1
4.11	Storage movable items	Variable	Direct	Free	Static / dynamic		
4.11	Non-permanent equipment	Variable	Direct	Fixed / free	Static / dynamic		EN 1991-3
4.11	Movable heavy machinery and equipment	Variable	Direct	Free	Static / dynamic		EN 1991-2, EN 1991-3
4.11	Accumulation of waste materials	Variable	Direct	Free	Static / dynamic	Can impose loads on e.g. vertical surfaces also	EN 1991-1-1
4.11	Loads from parts of structure in temporary states	Variable	Direct	Free	Static	Dynamic effects are excluded	EN 1991-1-1

- технологические – воздействия, вызванные осуществлением строительно-монтажных процессов и использованием оборудования;
- техногенные – воздействия от окружающих объектов на строящийся объект;
- чрезвычайные – случайные воздействия, имеющие место на строительной площадке.

2. По вероятному направлению:

- гравитационные – воздействия, действующие сверху вниз;
- горизонтальные – воздействия, действующие в горизонтальной плоскости (перпендикулярно гравитационным воздействиям);

- свободные – воздействия, которые могут действовать в любом направлении либо в нескольких направлениях одновременно.

Согласно предложенным параметрам были проклассифицированы все основные воздействия во время возведения зданий или сооружений. В результате разработаны следующие предложения касательно отнесения воздействий к тому или иному классу:

К постоянным воздействиям следует относить:

- собственный вес смонтированных конструкций, имеющих полное закрепление;
- воздействия от создания предварительного напряжения на стадии возведения;
- воздействия от ожидаемых или неожиданных предварительных деформаций конструкции на стадии возведения.

К геотехническим воздействиям следует относить:

- воздействия от движения грунта;
- воздействия от давления грунта;
- воздействия от грунтовых вод;
- сейсмические воздействия.

К климатическим воздействиям следует относить:

- воздействие ветра на внешние (ограждающие) конструкции здания;
- воздействие ветра на внутренние конструкции здания;
- воздействия от веса снега на промежуточных перекрытиях или других конструкциях здания на стадии возведения;
- воздействия от льдообразования на внешних или внутренних конструкциях, а также на вспомогательном оборудовании;
- температурные климатические воздействия;
- вес скопившейся дождевой воды на конструкциях или промежуточных перекрытиях здания.

К технологическим воздействиям следует относить:

- нагрузки от веса элементов конструкций на временно ограниченном этапе строительства, до осуществления полного проектного закрепления;
- воздействия от строительного персонала и ручного инструмента;
- воздействия от веса штабелированных грузов или строительных материалов, хранящихся на перекрытиях возводимого объекта;

- воздействия от временного монтажного оборудования (вес опалубки, лесов, подмостей и т. п., а также динамические воздействия от вибраторов и т. д.);

- воздействия от движущихся по возводимому объекту тяжелых машин или оборудования;

- воздействия от монтажных механизмов (воздействия, передающиеся на конструкции здания, например, с приставных монтажных кранов);

- воздействия от веса скопившихся строительных отходов;

- воздействия от необходимых технологических пригрузов на время монтажа некоторых конструкций (например, подвесных покрытий);

К техногенным воздействиям следует относить:

- воздействия от городских транспортных средств;

- воздействия от технологических процессов на близлежащих строительных площадках;

- воздействия от технологического оборудования в соседних производственных зданиях.

К группе чрезвычайных следует относить такие воздействия:

- удары конструкций друг о друга;
- воздействия от падений конструкций и материалов;

- воздействия от обрушения смонтированных несущих конструкций;

- воздействия от столкновения транспортных средств с конструкциями;

- взрывы на строительной площадке и за её пределами.

Предложенная классификация воздействий во время возведения по причинам возникновения представлена в виде блок-схемы на рисунке.

Следует обратить внимание на то, что группа технологических воздействий в предложенной классификации практически совпадает с классификацией нагрузок при производстве строительных работ (табл. 2), действующих только на стадии возведения, согласно Eurocode 1–6 [5]. Это было ожидаемо, потому что описанные технологические воздействия аналогично могут иметь место только на этапе монтажа конструкций. Однако кроме технологических воздействий к нагрузкам, возникающим только на этапе возведения и исчезающим после его завершения,



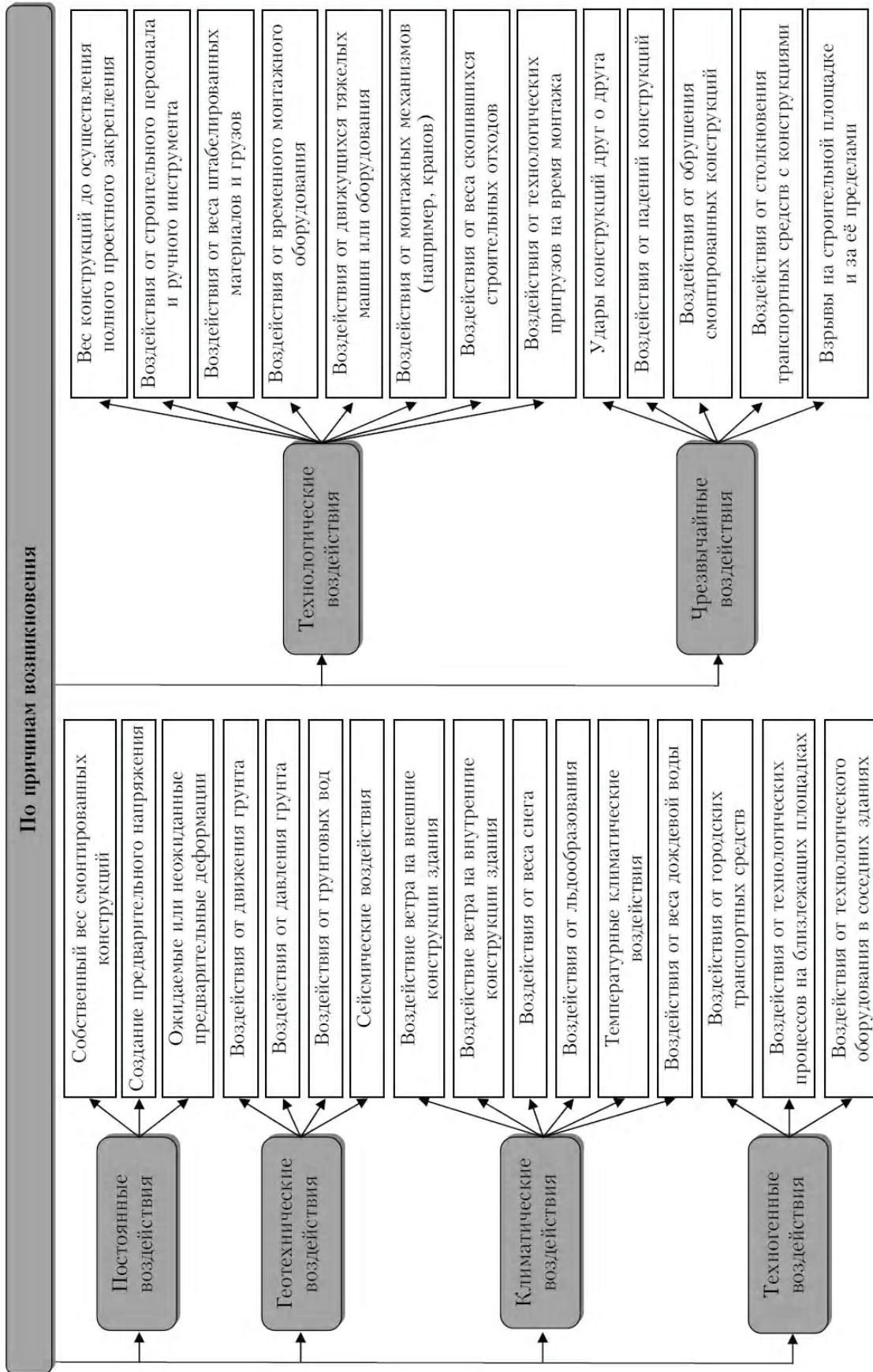


Рисунок. Блок-схема классификации воздействий во время возведения зданий по причинам возникновения.

относятся также воздействие ветра на внутренние конструкции здания, не рассчитанные на восприятие ветровых нагрузок, воздействия от снега и льдообразования на внутренних конструкциях (перекрытиях) здания во время его возведения, а также чрезвычайные воздействия на строительной площадке, описанные выше.

В свою очередь группа технологических воздействий была дополнена воздействиями от монтажных механизмов и технологических пригрузов на этапе строительства. Воздействия от монтажных механизмов, как отмечают В. Г. Колесниченко и А. М. Югов в своей статье [15], возникают при возведении, например, высотных зданий с помощью приставных или самоподъемных кранов. Ведь в этом случае на конструкции здания будут влиять не только воздействия от самого крана (собственный вес, вес поднимаемого груза), но и передаваемое им на каркас ветровое давление на сам кран. Технологические пригрузки на элементы присутствуют, например, при возведении вантовых покрытий для создания натяжения в провисающих канатах, поэтому тоже должны учитываться в соответствующих расчетах.

Согласно классификации из [5], приведенной в табл. 2, природа воздействий скопления строительного мусора по какой-то причине указана как статическая либо динамическая. В реальном строительстве невозможно представить себе ситуацию, в которой строительный мусор оказывал бы динамическое влияние, поэтому считаем, что воздействие от строительного мусора следует рассматривать как чисто статическое.

Также в предложенной классификации введена группа техногенных воздействий, которые по какой-то причине вообще не учтены в классификации Eurocode 1–6, несмотря на то, что они весьма распространены и актуальны, особенно при возведении здания в условиях городской застройки в связи с активным влиянием городских транспортных систем и окружающих объектов. Техногенные воздействия, а именно влияние железнодорожного транспорта на близлежащее здание и влияние вибраций от метрополитена на здание повышенной этажности рассматривают в своих статьях соответственно П. А. Андреева [13] и А. В. Зинатуллин [14].

Чрезвычайные воздействия были конкретизированы по сравнению с Eurocode и вынесены в

отдельную группу для более удобного и четкого понимания причин их возникновения. В статье [15] справедливо отмечается важность учета чрезвычайных воздействий, таких как удар монтируемых конструкций об уже смонтированные.

Воздействие ветра, по нашему мнению, нельзя указывать одним пунктом, как это сделано в табл. 1, ведь на стадии возведения объекта воздействию ветра подвергаются не только внешние ограждающие конструкции здания, но и открытые незащищенные внутренние конструкции, которые не были рассчитаны на восприятие ветровой нагрузки. В связи с этим в предложенной классификации ветровое воздействие было разделено на 2 соответствующие части – воздействие ветра на внешние конструкции (возникающее как на стадии возведения, так и на стадии эксплуатации) и воздействие ветра на внутренние конструкции (возникающее только в период возведения).

Также в группу климатических воздействий было введено воздействие от скопления дождевой воды, которое может наблюдаться на промежуточных перекрытиях здания при неровности их поверхности.

Что же касается классификации воздействий по возможному направлению, то к гравитационным воздействиям относятся собственный вес смонтированных и монтируемых конструкций, воздействия от снега, льдообразования и скопления дождевой воды, воздействия от строительного персонала, ручного инструмента, веса штабелированных грузов, строительных материалов и чрезвычайные воздействия от падения конструкций.

К горизонтальным воздействиям относятся воздействия от движения и давления грунта, воздействия от грунтовых вод, ветровые воздействия на внешние и внутренние конструкции здания на стадии монтажа и чрезвычайные воздействия от столкновения транспортных средств.

Все остальные воздействия, указанные в предложенном перечне, можно отнести к свободным воздействиям, так как они могут действовать в разных направлениях в зависимости от конкретной ситуации.

Также важной темой при рассмотрении воздействий во время возведения зданий является вероятность их возникновения. Учитывая то, что все воздействия имеют стохастический характер, особенно остро вопрос вероятности возник-

новения стоит для воздействий во время возведения, потому что, как справедливо отмечено в [16, с. 232]: «... по здравому смыслу невероятно, что весьма большие значения этих воздействий будут достигнуты в течение коротких периодов (что является частым случаем для расчетных ситуаций в период строительства)». Однако рекомендации по учету вероятности для воздействий во время возведения даны далеко не для всех воздействий. Пункт 3.1(5) [5, с. 14] предписывает: «В расчетных ситуациях должны быть учтены вероятности для любых соответствующих периодов повторяемости переменных воздействий», то есть Еврокод предлагает учитывать вероятность возникновения воздействий во время возведения путем уменьшения периодов повторяемости этих воздействий по сравнению с 50-летним периодом повторяемости на стадии эксплуатации. Примечание 1 к этому же пункту говорит, что: «Периоды повторяемости... могут быть указаны в национальном приложении или в рамках конкретного проекта», однако, как показывает практика, в конкретных проектах период повторяемости таких воздействий не устанавливается, как впрочем, и в национальных приложениях. Сам EN 1991-1-6 рекомендует периоды повторяемости только для климатических воздействий (температурных, снеговых и ветровых) [5, табл. 3.1] в зависимости от ожидаемой продолжительности стадии возведения. Так, для продолжительности стадии возведения менее 3 суток период повторяемости воздействий  $R = 2$  года, для продолжительности от 3 суток до 3 месяцев  $R = 5$  лет, от 3 месяцев до 1 года  $R = 10$  лет и для продолжительности стадии возведения более 1 года  $R = 50$  лет, как и для стадии эксплуатации. Авторы [16] в своей работе приводят выражения для определения  $k$  – коэффициентов редукции временных климатических воздействий, используемые при определении характеристических значений данных воздействий во время возведения здания и основанные на периодах повторяемости  $R$  и соответствующих им вероятностях превышения  $p$ .

Что касается чрезвычайных (аварийных) воздействий, то здесь мы предполагаем, что для определения вероятности их возникновения в период возведения здания может служить подход, изложенный в работе А. Р. Ржаницына [17], а именно определение вероятности наступления

редких событий. Данный подход предусматривает, что некоторое событие  $N$  появляется случайно, через достаточно большой промежуток времени, что предполагает отсутствие корреляционной связи между событиями (сроки возникновения следующего события не влияют на сроки появления предыдущего события), при этом нередко набор статистических данных по воздействию очень мал, что обычно актуально именно для аварийных воздействий. Поэтому считаем, что на основании данного подхода возможно составление коэффициента редукции воздействия  $k$ , основанного на вероятности появления аварийного события  $P_r$  или расчет соответствующих коэффициентов сочетания  $\Psi$  для аварийных воздействий.

Что же касается технологических и техногенных воздействий во время возведения зданий, то вопрос вероятности их возникновения остается открытым. В связи с тем, что ни один нормативный документ не дает специальных рекомендаций по вероятности таких воздействий, следовательно, они подчиняются общим принципам для зданий на стадии эксплуатации (расчетный период повторяемости 50 лет), что вызывает некоторые сомнения.

Ещё одним важным моментом является сочетание воздействий при проверке предельных состояний. Для воздействий во время возведения [5, п. 3.2, 3.3] и [16, с. 237–239] говорят, что проверка предельных состояний по прочности и эксплуатационной пригодности должна производиться в соответствии с EN 1990 [8] на основании сочетаний воздействий, также устанавливаемых EN 1990. То есть в вопросе комбинации воздействий (например, климатических и технологических – п. 3.1(7) [5]) дается лишь ссылка на стандартные выражения комбинирования воздействий в [8], что отражено и в руководстве [18]. В общем случае для воздействий во время возведения необходимы 5 типов комбинаций воздействий: для основных расчетных ситуаций – переходных [8, выр. 6.10, с. 47], аварийных [8, выр. 6.11b, с. 48] и сейсмических [8, выр. 6.12b, с. 48], а также 2 комбинации для проверки на эксплуатационную пригодность – характеристическая [8, выр. 6.14b, с. 50] и длительная (квазипостоянная) [8, выр. 6.16b, с. 50]. Выражения для определения сочетаний воздействий принимаются в стандартном виде, разница заключается

лишь в коэффициентах сочетания  $\psi_1$  и  $\psi_2$ , которые рекомендуются  $\psi_1 = 0,6 - 1$ ,  $\psi_2 = 0,2$  для временных воздействий во время возведения, согласно приложению А.1 [5].

### Заключение

Классификация любых воздействий, безусловно, является важным вопросом, однако особенно остро, как показал анализ современных нормативных документов и других источников, стоит проблема классификации воздействий, возникающих во время возведения объектов. Единственная нормативная классификация таких воздействий, со-

держащаяся в Eurocode 1991-1-6 [5], по нашему мнению, устарела и имеет весьма общий вид.

Предложенные в статье дополнения и уточнения, основанные на анализе публикаций и опыта проектирования и возведения зданий в постсоветских странах, расширяют данную классификацию, делают её более конкретизированной и удобной для использования в таких странах, как Россия, Белоруссия, Украина.

Анализ вопроса вероятности возникновения воздействий во время возведения показал, что он нуждается в существенной доработке для более точного определения воздействий такого рода и их учета при проектировании.

### Литература

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* [Текст]. – Введ. 20-05-2011. – М. : Минрегион России, 2011. – 80 с. – (Свод правил).
2. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия [Текст]. – Взамен главы СНиП II-6-74 ; введ. 01-01-1987. – М. : ФГУП ЦПП, 2005. – 44 с. – (Строительные нормы и правила).
3. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]. – Уведено вперше ; надано чинності з 1 січня 2007 р. – К. : Мінбуд України, 2006. – 75 с. – (Державні будівельні норми України).
4. ДБН В.2.2-24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків [Текст]. – Введено вперше ; чинні від 2009-09-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 133 с. – (Державні будівельні норми України).
5. EN 1991-1-6:2005. Eurocode 1 – Actions on structures [Текст]. Part 1–6: General actions – Actions during execution. – Approved 13 January 2005. – Brussels : CEN, 2005. – 29 p. – (European standard).
6. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-6:2012. Єврокод 1: Дії на конструкції [Текст]. Частина 1–6: Загальні дії – Дії під час зведення (EN 1991-1-6:2005, IDT). – Уведено вперше ; чинні від 01.07.2013. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 45 с. – (Національний стандарт України).
7. ТКП EN 1991-1-6-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции [Текст]. Часть 1–6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ. – Введен впервые ; дата введ. 10.12.2009. – Минск : Минстройархитектуры, 2009. – 28 с. – (Технический кодекс установившейся практики).

### References

1. SP 20.13330.2011. Loads and effects. Updated reaction. SNiP 2.01.07-85\*. Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2011. 80 p. (in Russian)
2. SNiP 2.01.07-85\*. Loads and effects. Moscow: FGUP TsPP, 2005. 44 p. (in Russian)
3. DBN V.1.2-2:2006. Loads and effects. Design standards. Kyiv: Ministry of Regional Development Ukraine, 2006. 75 p. (in Ukrainian)
4. DBN V.2.2-24:2009. Design of high-rise residential and municipal buildings. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2009. 133 p. (in Ukrainian)
5. EN 1991-1-6:2005. Eurocode 1 – Actions on structures. Part 1–6: General actions – Actions during execution. Approved 13 January 2005. Brussels: CEN, 2005. 29 p. (European standard).
6. DSTU-N B EN 1991-1-6:2012. Eurocode 1: Actions on structures. Part 1–6: General actions – Actions during execution (EN 1991-1-6:2005, IDT). Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2013. 45 p. (in Ukrainian)
7. ТКП EN 1991-1-6-2009. Eurocode 1. Actions on structures. Part 1–6: General actions. Actions during execution. Minsk: Minstroiarhitektury, 2009. 28 p. (in Russian)
8. EN 1990:2002. Eurocode – Basis of structural design. Approved 20 November 2001. Brussels: CEN, 2002. 116 p. (European standard).
9. Shuller, V. Construction of high-rise buildings. Moscow: Stroiizdat, 1979. 248 p. (in Russian)
10. Birbraer, A. N.; Roleder, A. Yu. Extreme conditions or factors on buildings and structures. St. Petersburg: Publishing the Polytechnic University, 2009. 594 p. ISBN 978-5-7422-2370-2. (in Russian)
11. Kodysh, E. N.; Trekin, N. N.; Nikitin, I. K. Designing of multistorey buildings, having reinforced concrete

8. EN 1990:2002. Eurocode – Basis of structural design [Текст]. – Approved 20 November 2001. – Brussels : CEN, 2002. – 116 p. – (European standard).
9. Шуллер, В. Конструкции высотных зданий [Текст] / В. Шуллер ; пер. с англ. Л. Ш. Килимника; под ред. Г. А. Казинной. – М. : Стройиздат, 1979. – 248 с.
10. Бирбраер, А. Н. Экстремальные воздействия на здания и сооружения [Текст] / А. Н. Бирбраер, А. Ю. Роледер. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 594 с. – ISBN 978-5-7422-2370-2.
11. Кодыш, Э. Н. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом [Текст] : [монография] / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, И. К. Никитин. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 352 с. – ISBN 978-5-93093-679-7.
12. Steel Buildings in Europe [Электронный ресурс]. Multi-Storey Steel Buildings. Part 3: Actions : [Design manual] / CTICM and SCI. – 39 p. – Режим доступа : [http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/4-BE/EN/MSB03\\_Actions.pdf](http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/4-BE/EN/MSB03_Actions.pdf) (Дата обращения 09.02.2016).
13. Андреева, П. А. Изучение влияния прохождения железнодорожного транспорта на вибрации расположенного вблизи здания КБ «Вертолеты России» [Текст] / П. И. Андреева, Г. Э. Шаблинский // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2013. № 1(38). С. 53–58. ISSN 1607-1859.
14. Зинатуллин, А. В. Особенность динамических откликов элементов конструкций зданий повышенной этажности [Текст] / А. В. Зинатуллин, О. А. Ковальчук // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2013. № 1(38). С. 59–64. ISSN 1607-1859.
15. Колесниченко, В. Г. Вопросу расчета металлических конструкций на монтажные нагрузки и воздействия [Текст] / В. Г. Колесниченко, А. М. Югов // Современное промышленное и гражданское строительство. 2006. Том 2, № 4. С. 195–202.
16. Гульванесян, Х. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 1: Воздействия на сооружения. Разделы EN 1991-1-1 и с 1991-1-3 по 1991-1-7 [Текст] : пер. с англ. / Х. Гульванесян, П. Формичи, Ж.-А. Калгаро ; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. стрит. ун-т». – М. : МГСУ, 2011. – 340 с. – ISBN 978-5-7264-0538-4.
17. Ржаницын, А. Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность [Текст] / А. Р. Ржаницын. – М. : Стройиздат, 1978. – 239 с.
18. Гульванесян, Х. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 1990: Основы проектирования сооружений [Текст] : пер. с англ. / Х. Гульванесян, Ж.-А. Калгаро, М. Голицки. – М. : МГСУ, 2011. – 264 с. – ISBN 978-5-7264-0537-7.
- framing. Monograph. Moscow: Publishing house of Association of Construction Institutions of Higher Education, 2009. 352 p. ISBN 978-5-93093-679-7. (in Russian)
12. Steel Buildings in Europe. Multi-Storey Steel Buildings. Part 3: Actions / CTICM and SCI. 39 p. Accessed at: [http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/4-BE/EN/MSB03\\_Actions.pdf](http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/4-BE/EN/MSB03_Actions.pdf).
13. Andreyeva, P. I.; Shablinskiy, G. E. Study of railway traffic influence on the vibrations of the nearby building «Helicopters from Russia». In: *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*, 2013, No. 1(38), pp. 53–58. (in Russian)
14. Zinatullin, A. V., Kovalchuk, O. A. Special feature of dynamic responses of structural elements in high-rise buildings. In: *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*, 2013, No. 1(38), pp. 59–64. (in Russian)
15. Kolesnichenko, V. G.; Yugov, A. M. On the calculation of metalwork for assembly loads and effects. In: *Modern Industrial and Civil Construction*, 2006, Volume 2, Number 4, pp. 195–202. (in Russian)
16. Gulvanessian, H.; Formichi, P.; Calgaro, J.-A. Designers' Guide to Eurocode 1: Actions on buildings. EN 1991-1-1 and 1991-1-3 to 1991-1-7. Moscow: MSBU, 2011. 340 p. ISBN 978-5-7264-0538-4. (in Russian)
17. Rzhantsyn, A. R. Theory of the building structures design reliability calculation. Moscow: Stroiizdat, 1978. 239 p. (in Russian)
18. Gulvanessian, H.; Calgaro J.-A.; Holicky, M. Designers' Guide to Eurocode 1990: Basis of structural design. Moscow: MSBU, 2011. 264 p. ISBN 978-5-7264-0537-7. (in Russian)

**Мущанов Володимир Пилипович** – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри теоретичної і прикладної механіки, проректор з наукової роботи Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів» та міжнародної асоціації «Просторові конструкції». Академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: теорія надійності, розрахунок, проектування та технічна діагностика просторових металевих конструкцій.

**Югов Анатолій Михайлович** – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член Української асоціації з металевих конструкцій, член Міжнародної асоціації просторових конструкцій, член Української спілки з неруйнівного контролю та технічної діагностики. Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, технічна діагностика будівельних конструкцій, технологія і організація монтажу металевих конструкцій, робота металевих конструкцій з урахуванням монтажних станів.

**Тимошко Андрій Олександрович** – аспірант кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: напружено-деформований стан висотних будівель з металевих конструкцій з урахуванням монтажних впливів.

**Мущанов Владимир Филипович** – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики, проректор по научной работе Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член международной организации «Институт гражданских инженеров» и международной организации «Пространственные конструкции», академик Академии строительства Украины. Научные интересы: теория надежности, расчет, проектирование и техническая диагностика пространственных металлических конструкций.

**Югов Анатолий Михайлович** – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член Украинской ассоциации по металлическим конструкциям, член Международной ассоциации по пространственным конструкциям, член Украинского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике. Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, техническая диагностика строительных конструкций, технология и организация монтажа металлических конструкций, работа металлических конструкций с учетом монтажных состояний.

**Тимошко Андрей Александрович** – аспирант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: напряженно-деформированное состояние высотных зданий из металлических конструкций с учетом монтажных воздействий.

**Mushchanov Volodymyr** – DSc (Engineering), Professor; Head of the Theoretical and Applied Mechanics Department, vice-rector on the scientific activity of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer» and international organization of «Spatial Structures», the academician of the Civil Engineering Academy of Ukraine. Scientific interests: the reliability theory, analyze, designing and engineering diagnostics of spatial metal structures.

**Yugov Anatoliy** – DSc (Engineering), Professor; Head of the Construction Technology and Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. He is a Member of Ukrainian Association of Metal Construction, Member of the International association of spatial construction, Member of the Ukrainian society under the undestroyed control and technical diagnostics. Scientific interests: the reliability of existing metal structures, technical diagnostics of building designs, technology and management of metal structures erection, stress-strain parameters of metal structures accounting actions during execution.

**Tymoshko Andrii** – PhD student; Construction Technology and Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: stress-strain state of high-rise buildings of metal structures accounting actions during execution.