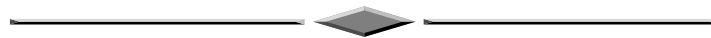


# ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ



УДК 528.44:69

<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-2-106-114>

## Предложения по проведению деформационной паспортизации объектов капитального строительства

*Е. И. Аврунев<sup>1</sup>, И. А. Гиниятов<sup>1</sup>, А. И. Гиниятов<sup>2</sup>✉*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: kadastr-204@yandex.ru <sup>1</sup>

**Аннотация.** Обоснована актуальность и необходимость для объектов капитального строительства (ОКС), расположенных в зонах неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, активной антропогенной и техногенной нагрузки, значительного сейсмического воздействия, проведения деформационной паспортизации, используя данные деформационного мониторинга на всем жизненном цикле существования ОКС. В результате реализации такой технологической процедуры предлагается сформировать деформационные паспорта (ДП ОКС) для каждого объекта, содержащие всю необходимую информацию об их состоянии. Разработана структура и содержание основных разделов ДП ОКС, предложен математический алгоритм обработки геодезических измерений, позволяющий достоверно определять параметры деформаций, сравнивать их с нормативно-установленными предельными значениями и делать обоснованные заключения о возможности безопасного функционирования объектов. Использовать информацию, содержащуюся в ДП ОКС, возможно также в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) и Национальной системе пространственных данных (НСПД).

**Ключевые слова:** геодезические работы, геометрическое нивелирование, средняя квадратическая ошибка, параметры, деформация

### Для цитирования:

Аврунев Е. И., Гиниятов И. А., Гиниятов А. И. Предложения по проведению деформационной паспортизации объектов капитального строительства. *Вестник СГУГиТ*. 2026. Т. 31, № 2. С. 106–114. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-2-106-114>

## Guidelines for deformation monitoring and passportization of capital construction facilities

*E. I. Avrunev<sup>1</sup>, I. A. Giniyatov<sup>1</sup>, A. I. Giniyatov<sup>2</sup>✉*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: kadastr-204@yandex.ru

**Abstract.** The study establishes the necessity of deformation passportization for all capital construction facilities (CCFs) situated in zones of adverse physical and geological processes, intensive anthropogenic and

technogenic loads, or high seismic risk, to enable comprehensive deformation monitoring across their full life cycle. The proposed procedure generates a deformation passport (DP) incorporating essential data on the spatial state of CCFs. Authors delineate the structure and content of key DP sections and introduce a mathematical algorithm for geodetic data processing. The algorithm quantifies deformation parameters, benchmarks them against regulatory thresholds, and delivers a robust evaluation of safe CCF operation throughout their lifecycle. DP data are recommended for incorporation as supplementary CCF attributes in the Unified State Register of Real Estate and National Spatial Data System.

**Keywords:** geodetic works, geometric leveling, average square error, parameters, deformation

**For citation:**

Avrunev E. I., Giniyatov I. A., Giniyatov A. I. (2026). Guidelines for deformation monitoring and passportization of capital construction facilities. *Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT]* Vol. 31, No. 2. pp. 106–114. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-2-106-114>

**Введение**

Практически все объекты капитального строительства и, в частности, здания и сооружения, в течение своего жизненного цикла, начиная с момента строительства и до прекращения существования, подвержены разного рода осадкам и деформациям, которые возникают под действием целого ряда причин природного, антропогенного либо техногенного характера [1–8]. В качестве таковых могут выступать: внешние нагрузки, имеющие статический (вес конструкций, полезная нагрузка) или динамический (ветер, сейсмическое воздействие) характер; внутренние напряжения, вызванные неравномерным нагревом, усадкой бетона, ползучестью материалов, а также ошибками проектирования и строительства; изменения свойств материалов; воздействие окружающей среды, представляющее собой влияния влаги, температуры, химических и биологических веществ [5, 9–11].

Под деформацией ОКС принято понимать изменение его геометрических параметров, которое может оказать существенное влияние на безопасное функционирование и привести, в ряде случаев, к катастрофической фазе – полному разрушению.

Действующие нормативные документы, регламентирующие наблюдения за деформациями ОКС (ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Введ. 2024–05–01. М.: Стандартинформ. 2020.–

69 с.; ГОСТ 24846-2019. Грунты. Методы измерений деформаций оснований зданий и сооружений. Введ. 2021–01–01. М.: Стандартинформ. 2020.– 15 с.; СО 153-34.21.322-2003 Методические указания по организации и проведению наблюдений за осадкой фундаментов и деформациями зданий и сооружений строящихся и эксплуатируемых тепловых электростанций. – Утвержден 2003-06-30. М.: Центр производственно-технической информации энергопредприятий и технического обучения ОРГРЭС. 2005. 49 с.), предполагают осуществление регулярного деформационного мониторинга [12–16]. Как правило, в настоящее время деформационный мониторинг строящихся ОКС осуществляется с момента начала строительства и в течение всего периода эксплуатации до момента стабилизации деформаций.

Однако, в ряде случаев, в территориальных образованиях, имеют место зоны неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, активной антропогенной и техногенной нагрузки, а также для всего территориального образования значительного сейсмического воздействия. В такой ситуации авторами предлагается осуществлять деформационный мониторинг всей совокупности ОКС, расположенных в таких зонах, на протяжении всего жизненного цикла их существования и, соответственно, ввести новый термин – деформационная паспортизация.

Результатом деформационной паспортизации должен стать деформационный пас-

порт (ДП), который составляется для всех ОКС, находящихся в зоне возможных деформационных процессов. Информация, которая будет содержаться в ДП, по мнению авторов, должна быть внесена в виде дополнительных характеристик ОКС в ЕГРН и НСПД и использована соответствующими производственными организациями для проведения, в случае необходимости, мероприятий по обеспечению безопасного функционирования ОКС.

Таким образом, целью данной работы является разработка структуры и содержания деформационного паспорта ОКС, на основании которого возможно сделать научно-обоснованное заключение о возможности его безопасного функционирования на всем этапе его жизненного цикла.

### ***Методы и материалы***

Материалами для исследования послужили нормативно-методические документы, регламентирующие осуществление деформационного мониторинга зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения (ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Введ. 2024–05–01. – М.: Стандартинформ. 2020.– 69 с.; ГОСТ 24846-2019. Грунты. Методы измерений деформаций оснований зданий и сооружений. – Введ. 2021–01–01.– М.: Стандартинформ. 2020.– 15 с.; СО 153-34.21.322-2003 Методические указания по организации и проведению наблюдений за осадкой фундаментов и деформациями зданий и сооружений строящихся и эксплуатируемых тепловых электростанций.- Утвержден 2003-06-30. – М.: Центр производственно-технической информации энергопредприятий и технического обучения ОРГРЭС. 2005.- 49 с.), руководство по наблюдениям

за деформациями оснований зданий и сооружений [12], а также материалы, полученные в результате выполнения конкретных экспериментальных работ, в том числе на одном из ОКС, расположенном в г. Новосибирске [3].

### ***Результаты и обсуждение***

Действующая нормативно-техническая база деформационного мониторинга ОКС регламентирует его осуществление в период строительства и эксплуатации зданий и сооружений, устанавливает параметры используемого измерительного технологического оборудования и нормативные допуски на предельно-напряженное состояние конструкции, исходя из их целевого назначения, технологии строительства и характера грунтов, являющихся основанием фундамента. В качестве результата деформационного мониторинга (если определяются только вертикальные деформации) выступают: абсолютные и относительные осадки, продольные и поперечные крены и выгибы фундамента ОКС, а также их соответствие установленным допускам.

Вся эта информация, а также идентификационные номера и местоположение включённых в деформационную паспортизацию ОКС, должна содержаться в соответствующем деформационном паспорте.

Исходя из вышеизложенного, структуру деформационного паспорта можно представить в виде следующих разделов.

1. Титульный лист, включающий в себя информацию об идентификационном номере ОКС, который он получил на этапе определения зоны неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, определяемых деформациях (вертикальных, горизонтальных), сведения о заказчике и исполнителе работ (рис. 1).

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ ОКС № 1	
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ	Лист 1-1
1. Местоположение ОКС: Идентификационный номер ОКС № 1, Кадастровый номер ОКС (если он поставлен на ГКУ) – земельный участок с кадастровым номером 54:35:3004001:460 по адресу: Российская Федерация, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Вязов, 13.	
2. Сведения о заказчике работ: Генеральный директор АОЗТ «Строительная компания "Ежевика"» И. И. Иванов (фамилия, имя, отчество (при наличии) физического лица, полное наименование юридического лица, органа государственной власти, органа местного самоуправления, иностранного юридического лица с указанием страны его регистрации (инкорпорации))	
2. Сведения об исполнителе работ: Почтовый и юридический адрес организации, выполняющей работы по составлению деформационного паспорта ОКС: 630027, г. Новосибирск, ул. Геодезическая, д. 3. ООО «ГЕОСИТИ»	
3. Определение <u>вертикальных</u> - горизонтальных деформаций ОКС (нужное подчеркнуть)	

Рис. 1. Титульный лист деформационного паспорта

2. Сведения об используемой типовой технологии и измерительном технологическом оборудовании при выполнении геодезических измерений, на основании которых определяются параметры деформаций ОКС и их соответствие требованиям действующих нормативных документов (рис. 2).

3. Схема геодезических измерений, включающая местоположение на растровом материале исходных реперов и определяемых деформационных марок на теле контролируемого ОКС; полученные и допустимые невязки выполненных геодезических измерений (рис. 3).

Следует отметить, что, к сожалению, в настоящее время, при выполнении геодезических

измерений допускаются бесконтрольные определения в виде висячих сетей геометрического нивелирования и отсутствует анализ стабильности в пространстве исходных реперов. Такая ситуация обуславливает возникновение грубых ошибок, которые искажают результаты деформационного мониторинга и могут привести к катастрофическим последствиям.

4. Параметры деформаций, которые для случая определения вертикальных деформаций ОКС, включают в себя абсолютные и относительные осадки деформационных марок –  $d$ , их СКО –  $md$ , скорости развития деформационного процесса –  $Vd$  (при условии, что осадки являются значимыми величинами), интервал времен (рис. 4).

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ ОКС № 1	
ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	Лист 1-2
1. Исходная геодезическая основа: <i>стенные реперы, отметки которых получены из геометрического нивелирования II класса</i>	
2. Система высот для математической обработки результатов геодезических измерений: <i>условная</i>	
3. Способ выполнения геодезических измерений: <i>геометрическое нивелирование I класса короткими лучами</i>	
3. Измерительное технологическое оборудование: <i>цифровой нивелир DiNi (07) № 171435, СКО измерения превышения на станции <math>t=0,05</math> мм.</i>	
4. Программное обеспечение для математической обработки результатов измерений: <i>Программный комплекс Кредо-Дат</i>	
5. Интервал времени между циклами геодезических измерений: $\Delta t=30$ дней	
6. Система нормативных допусков на точность выполнения геодезических измерений и определения параметров деформаций ОКС в зависимости от его целевого назначения и характера грунтов на котором он расположен: -----	

Рис. 2. Информация об используемой типовой технологии, применяемой при выполнении геодезических измерений для подготовки ДП ОКС

5. Параметры деформаций, которые для случая определения только вертикальных деформаций ОКС, включают в себя абсолютные и относительные крены  $k_{i-j}$ , абсолютные и относительные выгибы  $b_{i-j}$  и соответствующие требования действующих нормативных документов к их величинам (при условии, что осадки ОКС являются значимыми величинами).

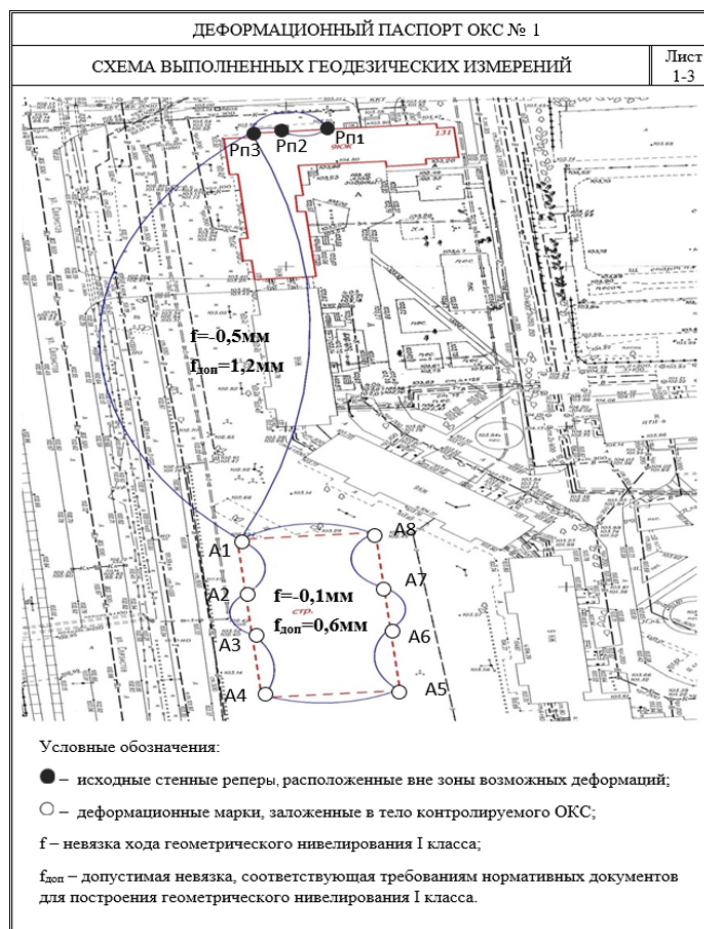


Рис. 3. Схема выполненных геодезических измерений

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ ОКС № 1								Лист № 1-4
Параметры вертикальных деформаций ОКС (мм)								
Абсолютные осадки между циклами I-II ( $\Delta t=30$ дней)								
№ ДМ	1	2	3	4	5	6	7	8
d	-0,4	0,0	-2,8	-3,9	-2,1	-2,0	-4,1	-2,8
m <sub>d</sub>	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2
V	-		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Норматив на d	Требование нормативных документов исходя из класса ОКС и характера грунтов, на которых он расположен							
Относительные осадки между циклами II-III ( $\Delta t=25$ дней)								
d	-0,2	+0,1	-2,5	-2,2	-2,0	-2,3	-1,0	-4,5
m <sub>d</sub>	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2
V	-		0,1	-	0,1	-		
Норматив на d	Требование нормативных документов исходя из класса ОКС и характера грунтов, на которых он расположен							
Абсолютные осадки между циклами I-III ( $\Delta t=55$ дней)								
d	-0,6	+0,1	-5,3	-6,1	-4,1	-4,3	-5,1	-7,3
m <sub>d</sub>	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2
V	-		0,1					
Норматив на d	Требование нормативных документов исходя из класса ОКС и характера грунтов, на которых он расположен							

Рис. 4. Параметры вертикальных деформаций ОКС

Отметим, что математическая обработка результатов наблюдений должна выполняться с использованием программного обеспечения, строго реализующего метод наименьших квадратов. Выполненная оценка точности определения отметок деформационных марок ( $m_H$ ) позволит определить значимость вычисленной осадки деформационной марки по следующему статистическому критерию, учитывающему что осадка деформационной марки (ДМ) вычисляется как разность отметок в двух циклах изменений

$$d_i \geq t \cdot \sqrt{2} \cdot m_{H_i} = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot m_{H_i}, \quad (1)$$

$$k_{i-j}^{abc} = d_i - d_j, \quad k_{i-j}^{отн} = \frac{d_i - d_j}{S_{i-j}}, \quad b_{i-j}^{abc} = d_z - (d_j - d_i), \quad b_{i-j}^{отн} = \frac{d_z - (d_j - d_i)}{S_{i-j}}, \quad (2)$$

где  $i, j$  – номера деформационных марок, образующих грань ОКС;

$z$  – номер деформационной марки, обладающей максимальной осадкой на грани ОКС, определяемой ДМ  $i, j$ ;  $S_{i-j}$  – длина соответствующей грани.

Отметим, что также, что как и ранее, эти параметры деформаций вычисляются только в том случае, когда для осадок соответствующих ДМ выполняется статистический критерий (1). Кроме того, если грань ОКС образуется только двумя ДМ, выгиб фундамента не вычисляется.

На рис. 5 приведены вертикальные деформации ОКС в форме абсолютных и относительных кренов и выгибов фундамента, полученные для конкретного объекта – многоквартирного жилого дома, имеющего размеры 16 м на 60 м и расположенного на территории г. Новосибирска.

Таким образом, информация, содержащаяся в предлагаемых разделах деформационного паспорта, позволит решать следующие актуальные научно-технические задачи:

– осуществлять необходимую аттестацию зданий и сооружений на предмет их дальнейшей безопасной эксплуатации;

– своевременно разрабатывать и реализовывать профилактические мероприятия, направленные на предотвращение аварийных ситуаций с ОКС, параметры деформаций которых находятся вблизи своих предельно-допустимых значений;

ДЕФОРМАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ ОКС № 1								Лист № 1-5
Параметры вертикальных деформаций ОКС								
Абсолютные и относительные крены и выгибы фундамента между циклами I-II								
№ ДМ	Продольные крены				Поперечные крены			
	1-4		5-8		1-8		4-5	
$k_{ij}$	-3,5	1/14000	-0,7	1/71000	-2,4	1/6700	-1,8	1/8900
$b_{ij}$	2,4	1/25000	2,5	1/24000	-	-	-	-
Норматив на $k$ и $b$	Требование нормативных документов исходя из целевого назначения ОКС и характера грунтов, на которых он расположен							
Относительные крены и выгибы фундамента между циклами II-III								
$k_{ij}$	0,2	1/120000	2,5	1/24000	4,3	1/3700	0,2	1/80000
$b_{ij}$	2,0	1/30000	2,5	1/24000	-	-	-	-
Норматив на $k$ и $b$	Требование нормативных документов исходя из целевого назначения ОКС и характера грунтов, на которых он расположен							
Абсолютные крены и выгибы фундамента между циклами I-III								
$k_{ij}$	5,5	1/11000	3,2	1/19000	6,7	1/2400	2,0	1/8000
$b_{ij}$	3,2	1/19000	0,3	1/35000	-	-	-	-
Норматив на $k$ и $b$	Требование нормативных документов исходя из целевого назначения ОКС и характера грунтов, на которых он расположен							

Рис. 5. Абсолютные и относительные крены и выгибы фундамента

– корректировать кадастровую стоимость объектов недвижимости, расположенных в ОКС, для которого определены параметры деформаций на грани своих предельно-допустимых значений;

– приостанавливать или полностью запрещать эксплуатацию зданий и инженерных сооружений по их функциональному назначению при значениях параметров деформаций, превышающих предельно-допустимые значения.

### Заключение

Таким образом, полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют сформулировать следующие выводы и рекомендации:

– для совокупности зданий и инженерных сооружений, расположенных в зонах неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений, активной антропогенной, техногенной и сейсмической нагрузки, предложено ввести новый термин – деформационная паспортизация как комплекс организационных и научно-технических мероприятий, направленных на определение фактических пара-

метров деформаций на протяжении всего жизненного цикла существования ОКС и обеспечивающих формирование деформационного паспорта ОКС;

– на примере реального ОКС, расположенного на территории г. Новосибирска, в отношении которого был осуществлен деформационный мониторинг, разработана структура и предложены основные формы деформационного паспорта с соответствующей информацией;

– при выполнении деформационного мониторинга в предположении, что по требованию заказчика работ, необходимо определить только вертикальные деформации, предложен математический алгоритм вычисления значимых осадок, позволяющих определить фактические деформации фундаментов ОКС, сравнить их с предельно-допустимыми значениями и, в случае необходимости, сделать заключение о целесообразности сокращения интервала времени  $\Delta t$  между циклами геодезических измерений и проведения соответствующих профилактических мероприятий для обеспечения безопасной эксплуатации этого сооружения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mustafin M. G., Valkov V. A., Kazantsev A. I. (2017). Monitoring of deformation processes in buildings and structures in metropolises. *Procedia Engineering*, Volume 189, P. 729–736. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.115>. (in Eng).
2. Уставич Г. А., Шоломицкий А. А., Васютинский И. Ю., Астапов А. М. Деформационный мониторинг системы «турбоагрегат – фундамент – основание». *Вестник СГУГиТ*. 2025. Т. 30, № 3. С. 41–52. DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-41-52.
3. Аврунев Е. И., Далбараев А. С., Радченко А. В. Геодезическое обеспечение мониторинга объектов недвижимости на примере города Якутска. *Вестник СГУГиТ*. 2024. Т. 29, № 5. С. 5–12. DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-5-12.
4. Chai J., Shen S., Ding W., Zhu H., Carter J. Numerical investigation of the failure of a building in Shanghai, China. *Computers and Geotechnics Journal*. 2014. Vol. 55. P. 482–493.
5. Мустафин М. Г. Мониторинг деформационных процессов инженерных и природных объектов. Методические рекомендации для самостоятельного изучения дисциплины. СПб., 2021. 45 с.
6. Pavlovich A. A., Korshunov V. A., Tsirel S. V., Melnikov N. Ya., Bazhukov A. A. Geomechanical substantiation of calculate indentors of the rock mass strength for slopes stability analysis of open pit. *Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses: Proceedings of the European Rock Mechanics Symposium (Eurock 2018, Saint-Petersburg, Russia, 22-26 May 2018)*. London: Taylor and Francis Group. UK. 2018. Vol. 2. P. 1053–1058.
7. Qiang X. Accuracy detection of Satellite and InSAR Technology in the Deformation Monitoring in Civil Engineering. 2020. Vol. 580. P. 012066.
8. Tsakiri M., Lichti D., Pfeifer N. Terrestrial laser scanning for deformation monitoring. 3rd IAG - 12th FIG Symposium. Baden, 2006. 10 p.

9. Зайцев А. К., Марфенко С. В., Михелев Д. Ш. и др. Геодезические методы исследования деформаций сооружений. М. : Недра. 1991. 272 с.
10. Хорцев В. Л., Проскура Д. В., Гура Д. А., Шевченко Г. Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения : сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. 2012. С. 116–119.
11. Гура Т. А., Бирюкова А. О., Овсиенко Е. А. Деформации зданий и сооружений и порядок их выявления. Молодой ученый. 2016. № 30 (134). С. 59-62. URL: <https://moluch.ru/archive/134/37529>.
12. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. М. : Стройиздат, 1975. 156 с.
13. Казанцев, А. И. Геодезический мониторинг деформаций зданий и сооружений в условиях уплотнительной застройки с учетом оценки зоны влияния строящегося объекта: диссертация ... кандидата технических наук : 25.00.32. Казанцев Александр Игоревич. СПб. 2016. 117 с.
14. Уставич Г. А. Разработка методов, средств и технологий геодезических измерений при монтаже и эксплуатации оборудования инженерных сооружений в условиях влияния возмущающих воздействий : автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.24.01. Моск. ин-т инж. геодезии, аэрофотосъемки и картографии. Москва, 1993. 48 с.
15. Нгуен Хыу Вьет. Разработка методики оценки вертикальных смещений оснований зданий и сооружений на основе анализа элементов модели деформационной сети : диссертация... кандидата технических наук: 25.00.32/ 2. Нгуен Хыу Вьет. СПб, 2018.171 с.
16. Имансакипова Б. Б. Мониторинговые исследования деформаций инженерных сооружений на основе результатов геодезических наблюдений : диссертация... доктора философии (PhD): 6D071100 Геодезия. Имансакипова Ботакоз Бекетовна. Республика Казахстан, Алматы, 2014. 128 с.

## REFERENCES

1. Mustafin M. G., Valkov V. A., Kazantsev A. I. (2017). Monitoring of deformation processes in buildings and structures in metropolises. *Procedia Engineering*. Vol. 189, 729-736. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.115>. (in Eng).
2. Ustavich G. A., Sholomitsky A. A., Vasyutinsky I. Yu., and Astapov A. M. (2025). Deformation Monitoring of the Turbine Unit-Foundation-Subsoil System. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, vol. 30, no. 3, pp. 41-52. DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-41-52.
3. Avrunev E. I., Dalbarayev A. S., Radchenko A. V. (2024). Geodetic Support for Monitoring of Real Estate Objects on the Example of the City of Yakutsk *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, Vol. 29, No. 5. Pp. 5–12. DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-5-12.
4. Chai J., Shen S., Ding W., Zhu H., Carter J. (2014). Numerical investigation of the failure of a building in Shanghai, China. *Computers and Geotechnics Journal*. Vol. 55. pp. 482–493.
5. Mustafin M. G. (2021). *Monitoring deformatsionnykh protsessov inzhenernykh i prirodnykh ob'yektov. Metodicheskiye rekomendatsii dlya samostoyatel'nogo izucheniya distsipliny. [Monitoring of Deformation Processes in Engineering and Natural Objects. Methodological Recommendations for Independent Study of the Discipline]*. St. Petersburg. 45 p.
6. Pavlovich A. A., Korshunov V. A., Tsirel S. V., Melnikov N. Ya., Bazhukov A. A. (2018). Geomechanical substantiation of calculate indentors of the rock mass strength for slopes stability analysis of open pit. *Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses: Proceedings of the European Rock Mechanics Symposium (Eurock 2018, Saint-Petersburg, Russia, 22-26 May 2018)*. London: Taylor and Francis Group. UK. Vol. 2. pp. 1053-1058.
7. Qiang X. (2020). Accuracy detection of Satellite and InSAR Technology in the Deformation Monitoring in Civil Engineering. Vol. 580. P. 012066.
8. Tsakiri M., Lichti D., Pfeifer N. Terrestrial laser scanning for deformation monitoring. *3rd IAG - 12th FIG Symposium*. Baden, 2006. 10 pp.

9. Zaitsev A. K., Marfenko S. V., Mikhelev D. Sh., et al. (1991). *Geodezicheskiye metody issledovaniya deformatsiy sooruzheniy [Geodetic Methods of Researching the Deformation of Structures]*. M.: Nedra. 272 p.: ill.– ISBN ISBN 47-02344-7.

10. Khortsev V. L., Proskura D. V., Gura D. A., Shevchenko G. G. (2012). Horizontal and vertical displacements of structures and the causes of their occurrence. *Sbornik trudov konferentsii: Nauki o Zemle na sovremennom etape. VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. [Proceedings of the conference: Earth Sciences at the present stage. VI International Scientific and Practical Conference]*. pp. 116-119.

11. Gura T. A., Biryukova A. O., and Ovsienko E. A. Deformations of Buildings and Structures and the Procedure for Their Identification. *Molodoy uchenyy. [Young Scientist]*. 2016. No. 30 (134). Pp. 59-62. URL: <https://moluch.ru/archive/134/37529>.

12. Guidelines for the observation of deformations of foundations and foundations of buildings and structures. Moscow, Stroyizdat, 1975. 156 p.

13. Kazantsev, A.I. Geodetic monitoring of deformations of buildings and structures in the conditions of compact development, taking into account the assessment of the zone of influence of the object under construction: dissertation ... Candidate of Technical Sciences: 25.00.32 / Kazantsev Alexander Igorevich. Saint Petersburg. 2016. – 117 p.

14. Ustavich, G.A. Development of methods, tools and technologies of geodetic measurements during installation and operation of equipment for engineering structures under the influence of disturbing influences: abstract of the dissertation.. Doctor of Technical Sciences: 05.24.01. Moscow time. Institute of Geodesy, Aerial Photography and Cartography. - Moscow, 1993. 48 p.

15. Nguyen Huy Viet. Development of a methodology for assessing vertical displacements of building and structure foundations based on the analysis of elements of the deformation network model: dissertation... Candidate of Technical Sciences: 25.00.32/ 2. Nguyen Huy Viet.- Saint Petersburg, 2018. 171 p.

16. Imansakipova B. B. Monitoring Studies of Deformations of Engineering Structures Based on the Results of Geodetic Observations: Dissertation... Doctor of Philosophy (PhD): 6D071100 Geodesy. Imansakipova Botakoz Beketovna. Republic of Kazakhstan, Almaty, 2014.- 128 p.

### Об авторах

*Евгений Ильич Аврунев* – кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и территориального планирования, советник при ректорате по научной деятельности.

*Ильгиз Ахатович Гиниятов* – кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и территориального планирования.

*Артур Ильгизович Гиниятов* – кандидат технических наук, доцент кафедры правоведения.

### Author details

*Evgeniy I. Avrunev* – PhD, Associate Professor, Department of Cadastre and Territorial Planning, Administrative Adviser for Research Activities.

*Ilgiz A. Giniyatov* – PhD, Associate Professor, Department of Cadastre and Territorial Planning.

*Artur I. Giniyatov* – PhD, Associate Professor of the Department of Law.

Получено / Received 10.12.2025

Поступила после рецензирования / Revised 19.01.2026

Принята к публикации / Accepted 09.02.2026