

СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС  
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО  
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212\_2023\_3\_29  
МРНТИ 44.29.01

**В.А. Середович<sup>1</sup>, С.В. Середович<sup>2</sup>, О.Р. Дмитриенко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Саморегулируемая организация строителей Новосибирской области, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>ООО «Геоскан», г. Москва, Россия

<sup>1</sup>E-mail: v.seredovich@list.ru\*

<sup>2</sup>E-mail: dir.inst.gm@snga.ru

<sup>3</sup>E-mail: oksa\_07@mail.ru

## ҚҰРЫЛЫСТЫ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІ ДАМУДЫҢ ЖАЙ-КҮЙІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

### СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

#### THE STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF GEODETIC SUPPORT OF CONSTRUCTION

**Аңдатпа.** Бұл мақалада жаңа инженерлік құрылыстарды салу кезінде геодезиялық қамтамасыз етуді дамыту перспективалары қарастырылады және сипатталады. Қазіргі әлемде объектілерді ақпараттық модельдеуді енгізу елеулі өзгерістерге ұшырауда. BIM технологиясын енгізу кезінде объектілерді жобалау мен пайдаланудың негізгі талаптарын ескеру қажет. Бұл инновациялар өнімділікті арттыруға, жобаны іске асыру уақытын қысқартуға, сондай-ақ жоба құнын төмендетуге үлкен әлеуетке ие.

**Түйін сөздер:** геодезиялық деректер, BIM, құрылыс, модельдеу, ақпараттық модельдеу технологиялары.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются и характеризуются перспективы развития геодезического обеспечения при строительстве новых инженерных сооружений. В современном мире внедрение информационного моделирования объектов претерпевает серьезные изменения. Внедряя BIM технологии необходимо учитывать основные требования проектирования и эксплуатации объектов. Данные инновации имеют большой потенциал для повышения производительности, сокращения время реализации проекта, а также снижения стоимости проекта.

**Ключевые слова:** геодезические данные, BIM, строительство, моделирование, технологии информационного моделирования.

**Abstract.** This article discusses and characterizes the prospects for the development of geodetic support in the construction of new engineering structures. In the modern world, the introduction of information modeling of objects is undergoing serious changes. When implementing BIM technologies, it is necessary to take into account the basic requirements of the design and operation of facilities. These innovations have great potential to increase productivity, reduce project implementation time, as well as reduce the cost of the project.

**Keywords:** geodetic data, BIM, construction, modeling, information modeling technologies.

**Введение.** Строительная отрасль является одной из основных направлений в любом государстве. Главная особенность современного этапа развития отрасли – это цифровизация. Основой цифровизации в строительстве является переход на BIM технологии. В

России этот процесс является частью технологии информационного моделирования (ТИМ). Цифровизация неизбежна, и ее реализация будет только ускоряться. Впереди нас ждут невероятное количество инноваций в этой сфере. Если рассматривать строительство как основную отрасль промышленности, то в 2000 году доля валового внутреннего продукта составляла 9 % ВВП [1, 2].

Тенденция внедрения BIM показывает, что все больше частных компаний и государственных учреждений признают важность использования новых инструментов в свою деятельность. Если проанализировать отчет USP Architectural Barometer за второй квартал 2021 года, то 44 % европейских архитекторов активно используют BIM технологии, а к 2025 году увеличится до 61 % [3, 4, 5].

При этом необходимо помнить, что главными задачами строительства являются повышение безопасности объектов, повышение качества, снижение стоимости, снижение сроков строительства.

В настоящее время основными тенденциями строительства являются применение новых технологий, материалов и конструкций, новых технических средств, строительство является все более сборным и прецизионным.

*Материалы и методы исследования.* Большое значение в любом производственном процессе уделяется контролю. Строительный контроль на любом этапе обязан обеспечить строгое соблюдение требованиям проекта, прошедшего экспертизу, а также обеспечение выполнения основных задач строительной отрасли. Значение строительного контроля состоит и в том, что он может оказывать большое влияние в виде обратной связи на все этапы строительства. Он может стать частью управления строительством. Его роль хорошо отражена в современных нормативно-технических документах. И важно, чтобы новые тенденции строительства подкреплялись эффективными методами контроля. При этом необходимо помнить, что стоимость строительного контроля ничтожна, по сравнению с стоимостью строительства в целом.

Строительный контроль включает четыре основных направления:

- контроль документов (разрешительная и сопровождаемая строительство документация);
- операционный контроль (контроль соблюдения технологических процессов строительства);
- контроль строительных материалов и конструкций (контроль поступления и хранения строительных материалов и конструкций, их сертификации).
- контроль геометрических параметров строительства (геодезический контроль).

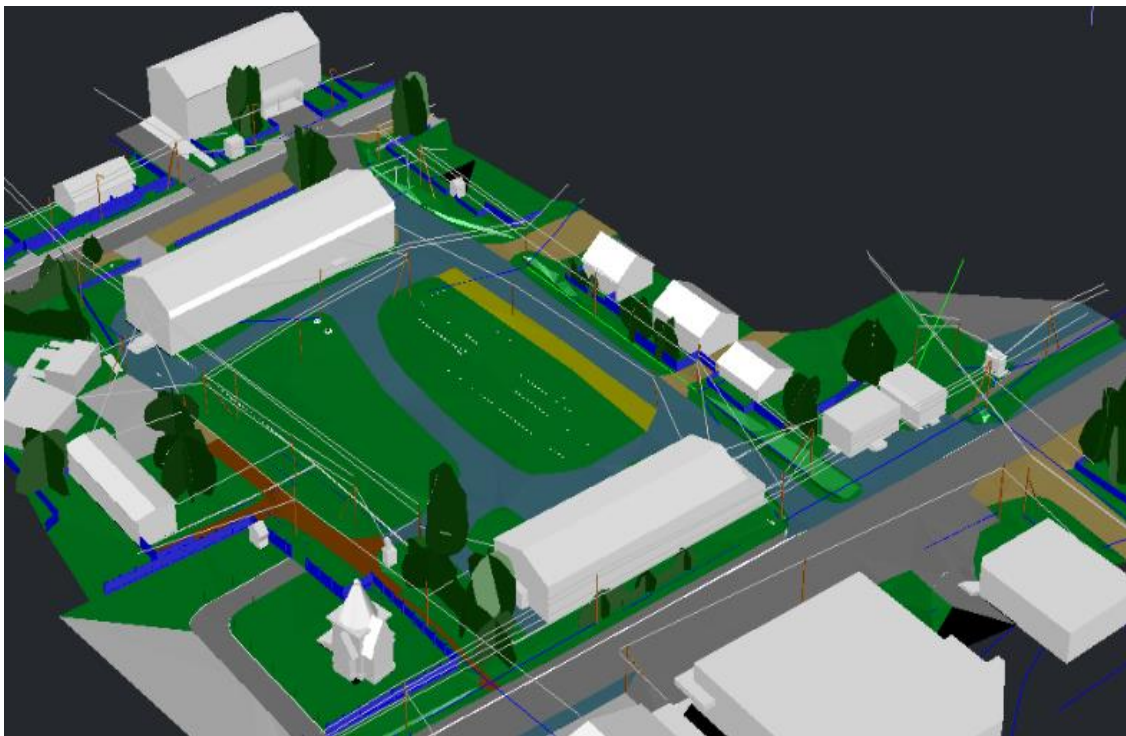
Основные требования к контролю можно изложить очень кратко: сертифицируемость, объективность, непрерывность, достоверность, надежность, документированность, первичность, требуемая точность. И все это должно быть представлено в цифровом виде и на единой цифровой платформе обеспечения строительства, поэтому BIM технологии необходимо рассматривать как катализатор инноваций и производительности в строительной отрасли.

Не умаляя значение всех перечисленных направлений контроля, отметим, что главная цель данного исследования является контроль геометрических параметров строительства (геодезический контроль). Этот вид контроля относится непосредственно к строящемуся объекту и является одним из самых технически сложных и значимых. На этапе строительства контроль геометрических параметров (геодезический контроль) является частью информационной модели объекта и, в ее составе, частью исполнительной модели объекта строительства [5, 6, 7].

Кроме геодезического контроля геодезические измерения в строительной отрасли выполняются и в составе других этапов (процессов), к которым относятся: инженерно-геодезические изыскания, исполнительные съемки, геотехнический мониторинг, обмеры, создание исполнительной модели, научное сопровождение строительства и т.п.

На современном этапе, в условиях цифровизации строительства и реализации технологии информационного моделирования, контролю геометрических параметров в строительстве, получаемых по геодезическим данным, должны предъявляться следующие требования [8, 9]:

– Должна быть обеспечена возможность получения трехмерной модели территории проектирования строительства на этапе изысканий (рис. 1);



**Рисунок 1.** Трехмерный цифровой топографический план масштаба 1:500

– Должна быть получена трехмерная исполнительная модель объекта на важнейших этапах строительства (котлован, сваи, армирование под несущие конструкции, оптимизация осей объекта, бетонная плита, колонны, стены, перекрытия, крыша, кровля, планирование рельефа) Эти данные должны предоставляться в электронном виде и сравниваться с проектом (рис. 2);

– Должна быть получена трехмерная эксплуатационная модель объекта, на основе которой создается двойник объекта для управления эксплуатацией (рис. 3);

– В процессе измерений должна быть обеспечена требуемая точность измерений;

– Должна быть обеспечена высокая объективность и полнота данных;

– Должна быть обеспечена возможность перехода на сплошной контроль геометрических параметров компонентов строительной модели (рис. 4);

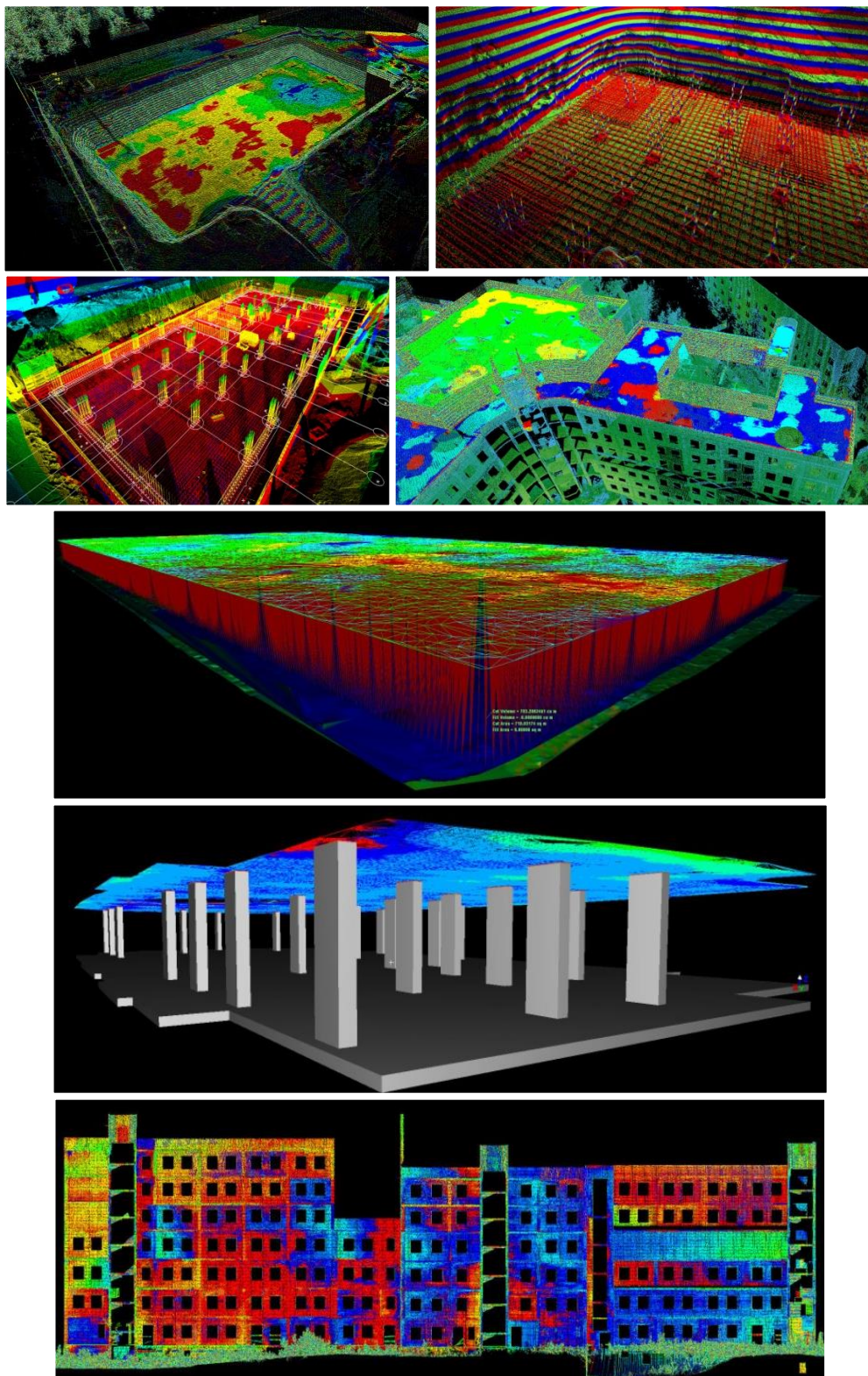
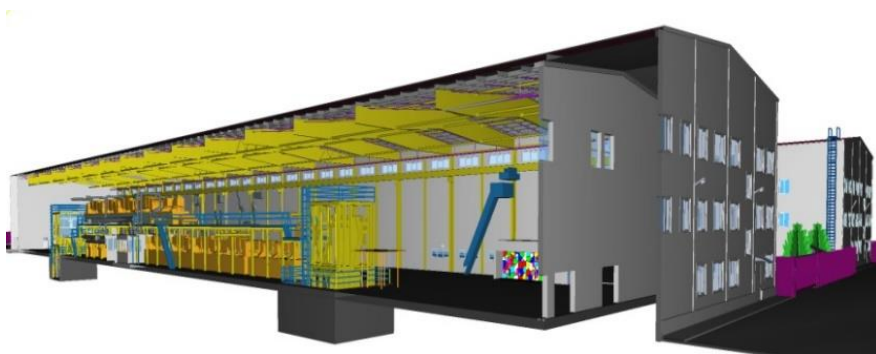
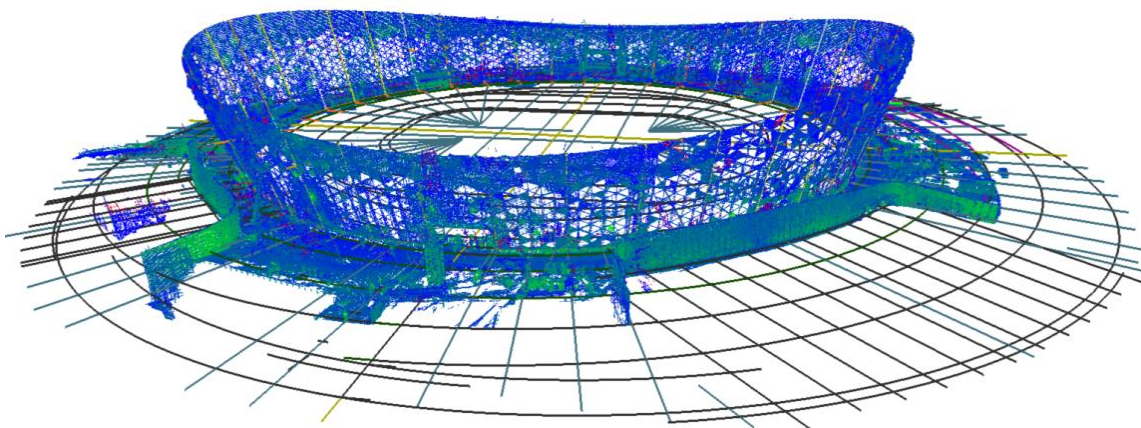


Рисунок 2. Трехмерная исполнительная модель



**Рисунок 3.** Трехмерная эксплуатационная модель



**Рисунок 4.** Трехмерная модель сооружения

- Результаты измерений должны быть первичными и не подвергаться манипуляциям;
- Результаты измерений должны быть представлены в виде единого цифрового файла (файлов), интегрироваться в единую цифровую платформу цифрового строительства;

- Результаты измерений должны быть представлены для возможности документировать их для дальнейшего использования и представления в органы управления и контроля;
- Средства измерений должны иметь аккредитацию и поверку [10, 11, 12];
- Организация, которая выполняет измерения, должна быть застрахована (например, в форме СРО);
- Результаты измерений должны скрепляться электронной подписью исполнителя;
- Результаты измерений, полученные на разных этапах строительства, должны позволять дружественный переход между ними (например, изыскания – проектирование, проектирование – строительство, строительство – эксплуатация и т.п.);
- Результаты измерений должны обеспечивать возможность обращаться к ним и использовать их в глубину процесса строительства на любом этапе (например, на этапе эксплуатации оценивать результаты создания и съемки свайного поля);
- Результаты измерений должны интегрироваться в программное обеспечение (ПО) для сметных расчетов с целью получения документированных данных фактической стоимости строительства.

По мере развития данного направления требования будут дополняться, укрупняться или дифференцироваться, некоторые позиции будут конкретизироваться в нормативно-технических документах, расшифровываться в виде методик измерений и технологий, станут предметом патентования, научных исследований, защиты диссертаций и появления новых специальностей [13, 14].

*Результаты и их обсуждения.* Основные проблемы требуют долгого решения, но мировая тенденция развития строительной отрасли показывает, что за последние 10 лет ученые, разработчики сделали огромный рывок в создании и применении новых технологий. Основная движущая сила – это работники производства, исследователи и, конечно, молодые исполнители и их наставники. Но имеется ряд объективных обстоятельств. К объективным обстоятельствам можно отнести:

- Однозначно поставленную государством задачу цифровизации строительной отрасли;
- Общий тренд в мире на развитие информационных технологий;
- Переход строительной отрасли на применение технологии информационного моделирования (ТИМ) в ближайшее время и разработку ключевых документов (ГОСТы, ГК, СНИПы, СП, СП, приказы, инструкции и т.п.). Темпы создания таких документов будут только ускоряться;
- Общим фоном является массовый переход в мире на BIM, разработка необходимого ПО;
- Появление средств измерений, которые адаптированы к применению ТИМ и не вступают с ними в противоречие (например, лазерное сканирование);
- Появление в творческих коллективах передовых групп исследователей;
- Складывающаяся в среде специалистов активная дискуссия в информационных каналах и соцсетях;
- Набирающие обороты лучшие практики и возможность доступа к ним в виде конференций, семинаров и т.п.

Отдельно остановимся на современных средствах измерений и требованиях к ним:

- средства измерений должны обеспечивать требуемую точность измерений для решения задач строительства;
- средства измерений должны базироваться на цифровых технологиях;
- должны быть максимально автоматизированы;
- должны быть адаптированы к работе в 3D среде.

Такие средства измерений уже появились. Более того они в некоторых случаях даже

играют опережающее положение в реализации ТИМ. Например, кто бы мог подумать, что результатом измерений может быть трехмерная исполнительная модель объекта, которая получается значительно дешевле, достовернее и объективнее, чем традиционное получение двухмерной модели. Этот фактор нам еще предстоит осмыслить и правильно реализовать в практике.

К таким средствам измерений можно отнести:

- спутниковые технологии;
- электронные роботизированные тахеометры;
- лазерные сканеры (наземные, мобильные, воздушные).

Носителями таких средств могут быть динамичные средства передвижения (БПЛА, автомобили).

*Заключение.* Таким образом, в настоящее время складывается непротиворечивая тенденция эффективного геодезического обеспечения строительной отрасли в решении поставленных задач. Опыт реализации этих задач успешно будет использоваться и в других отраслях народной экономики [14, 15, 16].

#### Список литературы

1. David Crosthwaite. The global construction market: a cross-sectional analysis // Construction Management and Economics. – 2000 - 18:5, p. 619-627, DOI: 10.1080/014461900407428.
2. Market reports. European Architectural Barometer: Building information Modeling. – URL: <https://www.usp-research.com/wp-content/uploads/2021/10/European-Architectural-Barometer-Q2-2021-Report-Impression.pdf>.
3. Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13. – № 3. – С. 369-385.
4. Абросимов В.В., Аврунев Е.И., Антонова О.М. и др. Избранные проблемы и перспективные вопросы землеустройства, кадастров и развития территорий // Коллективная монография. – Москва, Русайнс, 2018, 262 с.
5. Булгаков С.В. Развитие методов геодезического обеспечения железной дороги // Наука и технологии железных дорог. – 2018. – 2(6). – С. 25-35.
6. Буравцев А.В., Цветков В.Я. Облачные вычисления для больших геопространственных данных // Информация и космос. – 2019. – № 3. – С. 110-115.
7. Щербаков В.В., Бунцев И.А., Щербаков И.В. и др. Разработка систем автоматизированного управления выправкой пути на базе ГНСС // Интерэкспо ГЕОСибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т., Новосибирск, 13-25 апр. 2015 г. – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – С. 113-118.
8. Зайцева О.В. Применение геостатистики при управлении территориями // Науки о Земле - - 2013. – № 1. – С. 69-73.
9. Карпик А.П. Анализ состояния и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № S4. – С. 3-7.
10. Карпик А.П. Системная связь устойчивого развития территорий с его геодезическим информационным обеспечением // Вестник СГУГиТ. – 2010. – № 1(12). – С. 3-13.
11. Кужелев П.Д. Геоинформационные технологии в управлении транспортом // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 4(10). – С. 157-161.
12. Кузин А.А. Геодезическое обеспечение зонирования территорий по степени опасности проявлений оползневых процессов на основе применения ГИС-технологий. Дис. на соиск. степ. к.т.н., спец. 25.00.35. – СПб.: Национальный минеральносырьевой университет «ГОРНЫЙ», 2014.
13. Максимова М.В. Преобразования координат при инженерно-геодезических изысканиях // Инженерные изыскания. – 2013. – № 2. – С. 18-21.
14. Мирзоева А.Э., Овчинникова А.С., Особенности геодезического обеспечения кадастровой деятельности в Российской Федерации // Геодезия и картография. – 2017. – Т. 78. – № 6. – С. 49-54.
15. Ознамец В.В. Геодезическое обеспечение информационного управляющего пространства // Науки о Земле. – 2019. – № 4. – С. 4-12.

16. Rakhymberdina M.Ye., Grokhotov E.V., Assylkhanova Zh.A., Toguzova M.M. Using Space Survey Materials for Modeling Hydrodynamic Accidents at Mining Enterprises in Kazakhstan // The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences; Gottingen, Том XLVI-5/W1-2022, 193-198. Gottingen: Copernicus GmbH. (2022) DOI:10.5194/isprs-archives-XLVI-5-W1-2022-193-2022.

## References

1. David Crosthwaite. The global construction market: a cross-sectional analysis // Construction Management and Economics. – 2000 - 18:5, p. 619-627, DOI: 10.1080/014461900407428.
2. Market reports. European Architectural Barometer: Building information Modeling. – URL: <https://www.usp-research.com/wp-content/uploads/2021/10/European-Architectural-Barometer-Q2-2021-Report-Impression.pdf>.
3. Kornilov V.I. Turbulentnyj pograničnyj sloj na tele vrashčeniya pri periodičeskom vduve/otsose // Teplofizika i aeromekhanika. – 2006. – Т. 13. – № 3. – S. 369-385.
4. Abrosimov V.V., Avrunev E.I., Antonova O.M. i.dr. Izbrannye problemy i perspektivnye voprosy zemleustrojstva, kadastrów i razvitiya territorij – 2017. Kollektivnaya monografiya. – Moskva, Rusajns, 2018. – 262 p.
5. Bulgakov S.V. Razvitie metodov geodezicheskogo obespečeniya zheleznoj dorogi // Nauka i tekhnologii zheleznyh dorog. – 2018. – 2(6). – Pp. 25-35.
6. Buravcev A.V., Cvetkov V.YA. Oblachnye vychisleniya dlya bol'shih geoprostranstvennyh dannyh // Informaciya i kosmos. 2019. – № 3. – Pp. 110-115.
7. Sherbakov V.V., Buncev I.A., Sherbakov I.V. i dr. Razrabotka sistem avtomatizirovannogo upravleniya vypravkoj puti na baze GNSS // Interekspo GEOSibir'-2015. XI Mezhdunar. nauch. kongr.: Mezhdunar. nauch. konf. «Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, markshejderiya»: sb. materialov v 2 t., Novosibirsk, 13–25 apr. 2015 g. – Novosibirsk:SGUGiT, 2015. – Pp. 113-118.
8. Zajceva O.V. Primenenie geostatistiki pri upravlenii territoriyami // Nauki o Zemle, 2013. – № 1. –Pp. 69-73.
9. Karpik A.P. Analiz sostoyaniya i problemy geoinformacionnogo obespečeniya territorij //Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos'emka. – 2014. – № S4. – Pp. 3-7.
10. Karpik A.P. Sistemnaya svyaz' ustojchivogo razvitiya territorij s ego geodezicheskim informacionnym obespečeniem //Vestnik SGUGiT. – 2010. – № 1(12). – Pp. 3-13.
11. Kuzhelev P.D. Geoinformacionnye tekhnologii v upravlenii transportom// Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 4(10). – Pp. 157-161.
12. Kuzin A. A. Geodezicheskoe obespečenie zonirovaniya territorij po stepeni opasnosti proyavlenij opolznevyh processov na osnove primeneniya GISstekhnologij. Dis., k.t.n., spec. 25.00.35. – SPb.: Nacional'nyj mineral'nosyr'evoy universitet «GORNÝJ», 2014.
13. Maksimova M.V. Preobrazovaniya koordinat pri inženerno-geodezicheskikh izyskaniyah // Inženernye izyskaniya. – 2013. – № 2. – Pp. 18-21.
14. Mirzoeva A.E., Ovchinnikova A.S., Osobennosti geodezicheskogo obespečeniya kadaastrovoj deyatel'nosti v Rossijskoj Federacii // Geodeziya i kartografiya. – 2017. – Т. 78. – № 6. – Pp. 49-54.
15. Oznamec V.V. Geodezicheskoe obespečenie informacionnogo upravlyayushchego prostranstva // Nauki o Zemle. – 2019. – № 4. – Pp. 4-12.
16. Rakhymberdina M.Ye., Grokhotov E.V., Assylkhanova Zh.A., Toguzova M.M. Using Space Survey Materials for Modeling Hydrodynamic Accidents at Mining Enterprises in Kazakhstan // The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences; Gottingen, Том XLVI-5/W1-2022, 193-198. Gottingen: Copernicus GmbH. (2022) DOI:10.5194/isprs-archives-XLVI-5-W1-2022-193-2022.