

Рефераты

УДК 711.4:69.059.25

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-5-15

Казанов А. В. Регламентация высотности застройки и регулирование системы градостроительных доминант в мегаполисах // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 5–15.

Ключевые слова: высотное строительство, градостроительный регламент, архитектурная доминанта, размещение доминант.

Проведено исследование методов регламентации высотности застройки как одного из факторов формирования системы градостроительных доминант в мегаполисах Америки, Европы и России. Рассмотрены основные подходы к ограничению высоты зданий, включая формирование видовых коридоров, ступенчатой застройки, высотного зонирования и др., реализуемые через технические ограничения и рыночные механизмы. Осуществлен сравнительный анализ преимуществ и недостатков, особенностей практического применения в крупнейших городах мира. Обоснована необходимость комплексного использования механизмов регламентирования застройки и предложены направления адаптации международного опыта для российских мегаполисов.

Табл.: 5. Библиогр.: 18 назв.

Kazanov A. V. Regulation of building height and regulation of urban development dominants' system in megacities. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 5–15.

Keywords: high-rise construction, urban planning regulations, architectural landmark, landmark placement.

The article examines the methods for regulating the height of buildings as one of the factors in the urban landmark system formation in the megacities of America, Europe and Russia. It analyzes the main approaches to limiting the height of buildings, including the formation of view corridors, stepped housing development, high-rise zoning, etc., implemented through technical restrictions and market mechanisms. There is provided a comparative assessment of their advantages and drawbacks, as well as practical application in major cities. The need for an integrated use of urban development regulation mechanisms is substantiated and directions for adapting international experience for Russian megacities are proposed.

УДК 624.07

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-16-25

Богомазов Т. А., Белаши А. С. Визуальный анализ состояния строительных конструкций гражданских объектов после сильных паводков и наводнений на примере Оренбургской области // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 16–25.

Ключевые слова: наводнения, строительные конструкции, повреждения, деформации.

Рассмотрены результаты оценки технического состояния строительных конструкций зданий жилого назначения после масштабного наводнения 2024 года в Оренбургской области. Исследование выполнено на основе визуального обследования и инженерного анализа несущих и ограждающих конструкций, подвергшихся длительному воздействию паводковых вод. Установлено, что конструкции наружных стен из керамзитоблоков с облицовочным слоем из пустотелого облицовочного кирпича и утеплителем из минеральной ваты получили наибольшие повреждения в виде водонасыщения, деформаций и трещин. Отмечено ослабление сцепления материалов и разрушение утеплителя. Результаты свидетельствуют о необходимости корректировки конструктивных решений для повышения влагостойкости ограждающих систем и обеспечения надежной эксплуатации зданий в условиях возможных подтоплений и изменений гидрологического режима.

Табл.: 1. Ил.: 11. Библиогр.: 15 назв.

Bogomazov A. S., Belash T. A. Visual analysis of the condition of building structures of civil facilities after severe high water condition and floods on the example of the Orenburg region. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 16–25.

Keywords: floods, building structures, damage, deformations.

The article presents the results of the assessment of the technical condition of residential buildings' structures after the large-scale flood in 2024 in the Orenburg Region. The study was carried out using visual inspection and engineering analysis of the load-bearing and enclosing structures exposed to prolonged floodwater impact. It was established that the structures of external walls made of expanded clay blocks with a facing layer of hollow facing bricks and mineral wool insulation had been subjected to the greatest damage in the form of water saturation,

deformations and cracks. A weakening of material adhesion and deterioration of the insulation layer were also observed. The study results highlight the necessity of revising the structural design solutions to improve the moisture resistance of envelope systems and to ensure the reliable operation of buildings under conditions of potential flooding and changes in hydrological regimes.

УДК 624.012.35:620.19

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-26-34

Воронцов С. М. Влияние повышенных и высоких температур на прочностные и деформационные свойства конструкционно-теплоизоляционных бетонов // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 26–34.

Ключевые слова: конструкционно-теплоизоляционный бетон, повышенные и высокие температуры, кратковременный нагрев, длительный нагрев, прочность бетона.

На примере керамзитобетона, шунгизитобетона и вермикулитобетона без применения жаростойких добавок показано влияние повышенных и высоких температур на прочностные и деформационные характеристики. Представлены зависимости, отражающие снижение прочностных и деформационных свойств бетонов для режимов кратковременного, длительного нагрева и остывания после нагрева. Температурный диапазон воздействия на стандартные образцы составил от 20 °С до 700 °С включительно. Представлены данные по изменению коэффициента поперечных деформаций (коэффициента Пуассона). По результатам испытаний бетоны исследованных составов рекомендуются к применению в конструкциях с термической стойкостью И7 при соответствующем конструктивном исполнении.

Табл.: 4. Ил.: 2. Библиогр.: 17 назв.

Vorontsov S. M. The influence of elevated and high temperatures on the strength and deformation properties of structural and insulating concrete. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 26–34.

Keywords: structural thermal insulating concrete, elevated and high temperatures, short-term heating, long-term heating, concrete strength.

Using the example of expanded clay concrete, shungizite concrete, and vermiculite concrete without heat-resistant admixtures, the effect of elevated and high temperatures on strength and deformation properties is demonstrated. Dependencies are presented reflecting the reduction in strength and deformation properties of concrete for short-term and long-term heating and cooling after heating. Temperature effects on standard samples ranged from 20 °C to 700 °C inclusive. Data

on changes in the transverse deformation coefficient (Poisson's ratio) are presented. Based on the test results, concretes of the studied compositions are recommended for use in structures with a thermal resistance rating of I7, provided they are appropriately designed.

УДК 624.04/.07, 004.942

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-35-46

Гарипов А. И. Уточнение табличных значений коэффициента устойчивости сжато-изгибаемых стальных стержней // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 35–46.

Ключевые слова: устойчивость, гибкость, эксцентриситет, сжатие, изгиб, стальной стержень, метод конечных элементов, пластические деформации.

Нормативные таблицы коэффициентов устойчивости элементов стальных конструкций при внецентренном сжатии имеют неточности и не пересчитывались больше 50 лет. Коэффициент использования прочности с учетом упругопластической работы при внецентренном сжатии в некоторых случаях оказывается больше коэффициента использования устойчивости. Для уточнения таблицы коэффициентов устойчивости выполнены расчеты тремя различными методами: 1) прямым методом по приращению нагрузки с учетом неравномерного распределения пластических деформаций по длине стержня в предположении малости деформаций с использованием алгоритма, предложенного в настоящей работе; 2) обратным методом в предположении равномерного распределения пластических деформаций по длине стержня; 3) методом конечных элементов (МКЭ) с использованием стержневой модели, учитывающей неравномерное распределение пластических деформаций по длине стержня и большие деформации. Результаты расчетов прямым методом и МКЭ хорошо согласуются. Обратный метод расчета обеспечивает консервативную оценку устойчивости с приемлемой для инженерных расчетов точностью, при этом на порядок быстрее. Представленные в работе результаты расчета коэффициента устойчивости могут быть напрямую перенесены в табл. Д.3 норм при их обновлении.

Табл.: 5. Ил.: 3. Библиогр.: 16 назв.

Garipov A. I. Refinement of table values of buckling resistance factors for steel bars under compression and bending. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 35–46.

Keywords: buckling resistance, flexibility, eccentricity, compression, bending, steel bar, finite element method, plastic strains.

Standard tables of stability factors for steel structure elements under eccentric compression include some

inaccuracies and have not been recalculated for over 50 years. Strength utilization factor, taking into account the elastic-plastic resistance under eccentric compression, in some cases turns out to be greater than the stability utilization factor. To refine the table of stability factors, calculations were performed using three different methods: 1) the forward method based on load increments, taking into account a non-uniform plastic strains distribution along the length of the bar, assuming small deformations, using the algorithm proposed in this paper; 2) the backward method assuming uniform plastic strain distribution along the length of the bar; 3) the finite element method using a bar model that takes into account a non-uniform plastic strains distribution along the length of the bar and large deformations. The results of calculations, obtained by the forward method and by the finite elements method, are in excellent agreement. The backward calculation method provides a conservative assessment of stability with accuracy acceptable for engineering calculations, while being an order of magnitude faster. The results of calculating the stability factors presented in the paper can be directly transferred to Table «Д.3» of the standards when they are updated.

УДК 69.059.4:624.012.45

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-47-59

Никулин А. Н., Яцковец О. А. **Определение параметров усиления высокопрочным сталефибробетоном железобетонной балконной плиты, эксплуатируемой в условиях ЦЗО, с учетом снижения надежности во времени** // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 47–59.

Ключевые слова: вероятностные методы расчета, надежность строительных конструкций, усиление сталефибробетоном, железобетонные конструкции, изгиб, циклы замораживания и оттаивания.

На сегодняшний день перспективным направлением развития методик расчета строительных конструкций является внедрение риск-ориентированного проектирования, при котором все параметры конструкции рассматриваются как случайные величины. В данной работе рассмотрен расчет деградации изгибаемой железобетонной плиты в условиях циклов замораживания и оттаивания (ЦЗО) с применением вероятностно-ориентированного подхода и расчет ее усиления с помощью высокопрочного сталефибробетона по инженерной методике. Была выявлена перспективность использования высокопрочного сталефибробетона в усилении изгибаемых железобетонных элементов.

Табл.: 1. Ил.: 7. Библиогр.: 24 назв.

Nikulin A. N., Yatskovets O. A. **Determination of strengthen parameters of a reinforced concrete balcony slab using high-performance steel fiber concrete under freeze-thaw exposure with consideration of time-depend degradation.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 47–59.

Keywords: probabilistic calculation methods, reliability of building structures, steel fiber reinforced concrete strengthening, reinforced concrete structures, flexural behavior, freeze-thaw cycles.

To date, a promising direction in the development of methods for calculating building structures is the introduction of risk-based design, in which all design parameters of the structure are considered as random variables. In this paper, we consider the calculation of the degradation of a bent reinforced concrete slab under conditions of freezing and thawing cycles using a probability-based approach and the calculation of its reinforcement using high-strength steel-fiber concrete according to the engineering calculation method. The prospects of using high-strength steel-fiber concrete in strengthening bent reinforced concrete elements were revealed.

УДК 624.04

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-60-69

Савин С. Н., Ли Ци, Хегай А. О. **Аналитическая оценка влияния локальной деградации жесткости на динамические параметры каркасных зданий** // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 60–69.

Ключевые слова: динамические параметры, деградация жесткости, каркасное здание, метод конечных элементов, маркер дефекта, собственные частоты, формы колебаний.

Представлена аналитическая оценка влияния локальной потери жесткости несущих элементов на изменение динамических характеристик каркасных зданий. На основе параметрического моделирования методом конечных элементов исследована чувствительность собственных частот и форм колебаний к дефектам различной интенсивности. Теоретически обосновано применение нового безразмерного кинематического маркера γ , вычисляемого через отношение тангенсов углов наклона смежных участков эпюры колебаний. Установлено, что предложенный параметр обладает высокой разрешающей способностью и позволяет математически точно локализовать зоны скрытого дефицита жесткости. Результаты исследования могут быть внедрены в системы мониторинга технического состояния и паспортизации сейсмостойкости эксплуатируемых сооружений.

Табл.: 3. Ил.: 3. Библиогр.: 20 назв.

Savin S. N., Li Qi, Khegay A. O. **Analytical assessment of the influence of local stiffness degradation on the dynamic parameters of framed buildings.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 60–69.

Keywords: dynamic parameters, stiffness degradation, framed building, finite element method, defect marker, natural frequencies, mode shapes.

The article presents an analytical assessment of the influence of local stiffness loss of load-bearing elements on the change in the dynamic characteristics of framed buildings. Based on parametric finite element modeling, the sensitivity of natural frequencies and mode shapes to defects of varying intensity was studied. The application of a new dimensionless kinematic marker γ , calculated through the ratio of the tangents of the slope angles of adjacent sections of the vibration diagram, is theoretically substantiated. It has been established that the proposed parameter has a high resolution and allows mathematically accurate localization of zones of hidden stiffness deficit. The results of the study can be implemented in systems for monitoring the technical condition and seismic safety certification of operated structures.

УДК 624.134.4

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-70-86

Мангушев Р. А., Осокин А. И., Полунин В. М., Башмаков И. Б., Куляшов И. Д., Денисова О. О. **Расчет и оптимизация распорок и стальных труб в составе конструкции ограждения котлована** // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 70–86.

Ключевые слова: ограждение котлована, распорный элемент, котлован, численное моделирование.

Проведен комплексный анализ несущей способности стальных распорных труб (диаметры 530, 630, 1020 мм, толщины стенок 8 и 10 мм) с учетом пластических деформаций материала. Построены изополя коэффициентов использования в зависимости от длины и усилия. Верификация методом конечных элементов в Ansys подтвердила высокую сходимость с аналитическими расчетами. Методом нормализации и полиномиальной аппроксимации Лагранжа предложена система уравнений для быстрой проверки прочности и устойчивости распорной конструкции. В качестве практического примера приведена оптимизация распорной системы котлована на основе расчетов методом конечных элементов в PLAXIS.

Табл.: 3. Ил.: 14. Библиогр.: 18 назв.

Mangushev R. A., Osokin A. I., Polunin V. M., Bashmakov I. B., Kulyashov I. D., Denisova O. O. **Calculation and optimization of struts and steel pipes as part of an excavation support system.** Vestnik

grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 70–86.

Keywords: excavation support, strut element, excavation, numerical modeling.

A comprehensive analysis of the load-bearing capacity of steel strut pipes (diameters 530, 630, 1020 mm, wall thickness 8 and 10 mm) was carried out, taking into account the material's plastic deformations. Isofields of utilization factors were constructed as functions of length and applied force. Verification using the finite element method in Ansys confirmed a high level of convergence with analytical calculations. A system of equations for rapid assessment of strength and stability of the strut structure was proposed using normalization and Lagrange polynomial approximation. As a practical example, the optimization of an excavation bracing system based on finite element calculations in PLAXIS is presented.

УДК 624.1

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-87-97

Фам Дык Тиеп, Федоренко Е. В., Чинь Хоанг Ань. **Калибровка одометрического модуля деформации кораллового песка в модели Hardening Soil по результатам компрессионных испытаний с использованием метода оптимизации** // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 87–97.

Ключевые слова: коралловый песок, дробление частиц, плотное состояние, модель Hardening Soil (HS), одометрические испытания.

Представлена методика калибровки одометрического модуля деформации E_{oed} кораллового песка на основе результатов компрессионных испытаний. Испытания были выполнены на образцах в плотном состоянии при относительной плотности $D_r = 70\%$. Процедура калибровки выполнена с применением метода оптимизации с использованием инструмента Solver в Excel путем минимизации суммы квадратов отклонений между результатами численного моделирования и экспериментальными данными. Полученные результаты позволяют определить рациональное значение модуля E_{oed} в модели Hardening Soil и повысить достоверность численного моделирования при анализе осадки основания из кораллового песка.

Табл.: 1. Ил.: 5. Библиогр.: 19 назв.

Pham Duc Tiep, Fedorenko E. V., Trinh Hoang Anh. **Calibration of the oedometric deformation modulus of coral sand in the Hardening Soil model based on compression test results using an optimization method.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 87–97.

Keywords: coral sand, particle breakage, dense state, hardening soil model, oedometric test.

This study presents a methodology for calibrating the oedometric deformation modulus E_{oed} of coral sand based on results from odometer tests. The tests were conducted on coral sand samples in a dense state with a relative density of $D_r = 70\%$. The calibration procedure was carried out using an optimization approach with the Solver tool in Excel by minimizing the sum of squared deviations between numerical simulation results and experimental data. The results obtained make it possible to determine the rational value of the E_{oed} module in the Hardening Soil model and increase the reliability of numerical modeling when analyzing the sediment of the base from coral sand.

УДК.62-96

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-98-109

Беляева Е. С., Матвеева Л. Ю. **Получение IPN-композиций на основе уретанакрилата для фотополимерной 3D-печати и оценка их термической стойкости** // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 98–109.

Ключевые слова: фотополимерные композиты, уретанакрилат, циановый эфир, взаимопроникающие полимерные сетки, IPN-полимеры, термостойкость, температура изгиба под нагрузкой, отверждение.

Представлены результаты исследований по оценке влияния цианового эфира на термостойкость фотополимерных композиций, предназначенных для 3D-печати. Рассмотрено влияние катализаторов и инициаторов полимеризации на конверсию мономера и термостойкость композита. Предложены режимы оптимизации процесса отверждения полученного композита.

Табл.: 7. Ил.: 6. Библиогр.: 16 назв.

Belyaeva E. S., Matveeva L. Yu. **Production of IPN compositions based on urethane acrylate for 3D photopolymer printing and evaluation of their thermal resistance.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 98–109.

Keywords: photopolymer composites, urethane acrylate, cyanate ester, interpenetrating polymer networks, IPN polymers, thermal resistance, heat deflection temperature, curing.

The paper presents the results of studies on evaluating the effect of cyanate ester on the thermal resistance of photopolymer compositions intended for 3D printing. The influence of catalysts and polymerization initiators on monomer conversion and the thermal resistance of the composite is examined. Optimization regimes for the curing process of the resulting composite are proposed.

УДК 691.327.3; 666.9.033

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-110-122

Иноземцев А. С., Сокольников С. Р., Жидков Ю. А., Зыонг Т. К. **Умные бетоны — шаг к технологии**

4D-печати в строительстве // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 110–122.

Ключевые слова: аддитивное строительное производство, 3D-печать, высокопрочный легкий бетон, внутренний уход, дисперсное армирование, полимеры с памятью формы, теплоаккумулирующие материалы, суперабсорбирующий полимер.

Технология 3D-печати бетоном ограничена отсутствием автоматизированного армирования, усадочными деформациями при интенсивном испарении воды в полевых условиях и неравномерным температурным градиентом при послойной экструзии. Концепция 4D-печати предполагает использование умных материалов, способных к адаптивному изменению свойств во времени в ответ на внешние стимулы (влажность, температура). В работе экспериментально обоснованы три направления модификации бетонных «чернил» для перехода к 4D-печати. Показано, что использование суперабсорбирующих полимеров на основе полиакрилата натрия позволяет управлять процессом структурообразования бетонов, адаптируясь к низкой влажности окружающей среды, при этом усадка снижается на 25 %. Приведены результаты испытаний бетонов с термоаккумулирующим материалом, стабилизированным в теплопроводном носителе — активированном угле. Прочность высокопрочного легкого бетона при использовании разработанной термоаккумулирующей добавки не подвергается снижению. Эксперименты по активации полимерных волокон с памятью формы в затвердевшей цементной матрице показали значительный рост прочности на изгиб, что доказывает возможность создания умных бетонов с самопреднапряженными волокнами, что позволит решить проблему армирования изделий и конструкций, напечатанных на 3D-принтере. Придание бетонным «чернилам» адаптивных свойств — внутреннего ухода, самопреднапряжения, пассивной терморегуляции — обеспечивает переход от 3D-печати к 4D-печати, где материал изменяет характеристики во времени на разных этапах жизненного цикла. Такая адаптивность на этапах твердения и эксплуатации позволяет рассматривать предложенные составы как умные чернила для 4D-печати, где временное изменение свойств становится управляемым параметром.

Табл.: 3. Ил.: 9. Библиогр.: 28 назв.

Inozemtsev A. S., Sokolnikova S. R., Zhidkov Yu. A., Duong T. Q. **Smart concrete: a step towards 4D printing in construction.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 110–122.

Keywords: additive construction manufacturing, 3D printing, high-strength lightweight concrete, internal

curing, fiber reinforcement, shape-memory polymers, phase change materials, superabsorbent polymer.

Three-dimensional (3D) concrete printing technology is limited by the lack of automated reinforcement, shrinkage deformations caused by intensive water evaporation under field conditions, and non-uniform temperature gradients during layer-by-layer extrusion. The concept of 4D printing involves the use of «smart» materials capable of adaptively changing their properties over time in response to external stimuli such as humidity and temperature. This study experimentally substantiates three approaches to modifying concrete inks for the transition to 4D printing. The use of sodium polyacrylate-based superabsorbent polymers is shown to control concrete structure formation under low ambient humidity conditions, reducing shrinkage by 25 %. The results for concrete containing a phase change material stabilized in a thermally conductive activated carbon carrier are presented. The developed PCM admixture did not reduce the strength of high-strength lightweight concrete. Experiments on the activation of shape memory polymer fibers in a hardened cement matrix have shown a significant increase in bending strength, which proves the possibility of creating smart concretes with self-stressed fibers, which will solve the problem of reinforcing products and structures printed on a 3D printer. Imparting adaptive properties to concrete inks — such as internal curing, self-prestressing, and passive thermal regulation — enables the transition from 3D to 4D printing, where material properties evolve over time during different stages of the life cycle. Such adaptability during curing and service stages allows the proposed compositions to be considered smart inks for 4D printing, in which time-dependent changes in material properties become a controllable parameter.

УДК 620.97

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-123-137

Невгень А. С., Лукин С. В. **Оценка энергетического потенциала теплоты сточных вод, отводимых от жилого многоквартирного дома** // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 123–137.

Ключевые слова: сточные воды, тепловой потенциал, снеготопление, рекуперация тепла.

Представлена оценка энергетического потенциала теплоты бытовых сточных вод, отводимых от многоквартирного жилого дома, и рассмотрена возможность его использования для целей локального снеготопления. На основе нормативных данных о водопотреблении и результатов суточного мониторинга расхода и температуры сточных вод разработана математическая модель формирования температурного режима бытовых стоков с учетом интегральных теплопотерь в системе водоотведения здания. Построены суточные профили расхода, температуры и теплового потенциала сточных вод, выполнена оценка взаимосвязи между расходом и

количеством потенциально извлекаемой теплоты. Для сопоставления располагаемого теплового потенциала с потребностями системы снеготопления введен коэффициент обеспеченности, характеризующий достаточность теплоты для плавления расчетного снежного покрова. Установлено, что тепловой потенциал сточных вод многоквартирного жилого дома в отдельные периоды суток может быть достаточным для локального снеготопления на ограниченной площади придомовой территории при условии циклического режима работы системы и дополнительной проверки температурного режима внутриплощадочной канализационной сети.

Табл.: 4. Ил.: 5. Библиогр.: 18 назв.

Nevgen A. S., Lukin S. V. **Assessment of energy potential of heat of wastewater discharged from residential apartment building.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 123–137.

Keywords: wastewater, thermal potential, snowmelting, heat recovery.

This article presents an assessment of the energy potential of domestic wastewater discharged from an apartment building and examines the feasibility of using it for localized snow melting. Based on regulatory water consumption data and daily monitoring of wastewater flow and temperature, there was developed a mathematical model for shaping the temperature regime of domestic wastewater, taking into account the integral heat losses in the building's drainage system. Daily profiles of effluent flow rate, temperature and thermal potential were constructed, and the relationship between flow rate and amount of potentially recoverable heat was assessed. To compare the available thermal potential with the snow melting system's needs, a supply factor was introduced, characterizing the sufficiency of heat for melting the estimated snow cove. It was established that the thermal potential of wastewater from an apartment building during certain periods of the day may be sufficient for localized snow melting in a limited area of the adjacent territory, provided that the system operates cyclically and the temperature regime of the on-site sewer network is additionally verified.

УДК 629.083

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-138-149

Австрийский В. О., Блянкинштейн И. М., Трофимов Е. С., Воробьев С. А., Белогрудов В. В. **Анализ влияния режимных факторов на расход топлива автобуса в городском цикле** // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 138–149.

Ключевые слова: режимные факторы, расход топлива, городской автобус, корреляционно-регрессионный анализ, онлайн-мониторинг, нормирование расхода топлива.

Представлены результаты экспериментального исследования влияния режимных факторов на расход топлива городского автобуса в реальных условиях мегаполиса. Методами корреляционно-регрессионного анализа выявлены факторы, наиболее тесно связанные с расходом топлива, и построены линейные, квадратичные модели, а также модели с парными эффектами. Сделан вывод о необходимости перехода к динамическим моделям для полного учета переходных процессов.

Табл.: 6. Ил.: 4. Библиогр.: 16 назв.

Avstrysky V. O., Blyakinstein I. M., Trofimov E. S., Vorobyov S. A., Belogradov V. V. Analysis of the influence of regime factors on bus fuel consumption in the urban cycle. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 138–149.

Keywords: regime factors, fuel consumption, city bus, correlation and regression analysis, online monitoring, fuel consumption rationing.

The article presents the results of an experimental study of the influence of regime factors on the fuel consumption of city buses in real conditions of the megalopolis. Using correlation and regression analysis methods, the factors most closely related to fuel consumption have been identified, and linear, quadratic, and pair-effect models have been constructed. It is concluded that it is necessary to switch to dynamic models for full consideration of transients.

УДК 656.7:629.3.083

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-150-157

Арифиллин И. В., Евтюков С. А., Гуськова О. С. Оптимизация процессов комплексного обеспечения запасными частями специальной автомобильной техники в аэропортах // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 150–157.

Ключевые слова: специальное автомобильное оборудование аэропортов, управление запасными частями, теория неопределенности, многокритериальная оптимизация, генетический алгоритм, детерминированный эквивалент, логистика технического обслуживания, показатели поддерживаемости.

Исследуется задача комплексного обеспечения запасными частями специальной автомобильной техники (САТ), эксплуатируемой в аэропортовых комплексах. Особенности номенклатуры САТ, включая высокую долю новых, редко потребляемых и дорогостоящих агрегатов, обуславливают отсутствие репрезентативных статистических выборок, что делает традиционные вероятностные модели прогнозирования спроса некорректными. В качестве методологической основы применяется теория неопределенности, позволяющая формализовать экспертные оценки в виде функций уверенности. Разработана многокритериальная оптимизационная модель, интегрирующая ми-

нимизацию совокупных логистических затрат с обеспечением заданных показателей поддерживаемости техники. Вероятностные ограничения преобразованы в детерминированные эквиваленты через принцип заданного уровня доверия. Для решения сформулированной задачи модифицирован генетический алгоритм, адаптированный под дискретно-непрерывную природу переменных и нелинейные ограничения. Численная апробация на примере 19 объектов аэропортовой инфраструктуры подтвердила устойчивость предложенного подхода и демонстрирует снижение простоев техники на 18–22 % при сокращении избыточных складских остатков. Предложенная методология обладает высокой готовностью к интеграции в корпоративные системы управления техническим обслуживанием и логистикой аэропортов.

Табл.: 1. Ил.: 1. Библиогр.: 9 назв.

Arifullin I. V., Evtukov S. A., Guskova O. S. Optimization of integrated provision with spare parts for special airport automotive equipment. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 150–157.

Keywords: airport ground support equipment; spare parts management; uncertainty theory; multi-criteria optimization; genetic algorithm; deterministic equivalent; maintenance logistics; supportability indicators.

The article investigates the problem of integrated spare parts supply for special purpose vehicles (SPV) operated at airport complexes. The specifics of SPV nomenclature characterized by a high proportion of new, rarely consumed, and expensive components leads to the absence of representative statistical samples, rendering traditional probabilistic demand forecasting models inadequate. Uncertainty theory is applied as a methodological foundation, enabling the formalization of expert assessments into belief functions. There has been developed a multi-criteria optimization model, integrating total logistics cost minimization with the achievement of target equipment supportability indicators. Probabilistic constraints are transformed into deterministic equivalents through the principle of a predetermined confidence level. To solve the formulated problem, a modified genetic algorithm is employed, which is adapted to the discrete-continuous nature of variables and non-linear constraints. Numerical testing on the example of 19 airport infrastructure facilities confirms the stability of the proposed approach and demonstrates a decrease in equipment downtime by 18–22 % while reducing excess warehouse inventory. The proposed methodology exhibits high readiness for integration into corporate airport maintenance and logistics management systems.

УДК 656.073: 658.567.1

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-158-169

Маврин В. Г., Макарова И. В. **Оптимизация размещения объектов транспортно-логистической системы обращения с промышленными отходами на основе имитационного моделирования (на примере Республики Татарстан)** // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 158–169.

Ключевые слова: промышленные отходы, транспортно-логистическая система, имитационное моделирование.

Рассматривается проблема повышения эффективности транспортно-логистической системы обращения с промышленными отходами. Разработана имитационная модель в среде AnyLogic, использующая реальную дорожную сеть OpenStreetMap для расчета маршрутов и пробегов специализированного автотранспорта и позволяющая определять оптимальную конфигурацию системы (количество, координаты и мощности сортировочных станций и перерабатывающих заводов) с учетом ограничений, накладываемых классом опасности отходов на режимы перевозки. Эксперимент на модели позволил определить оптимизированную конфигурацию системы (на примере Республики Татарстан), обеспечивающую рост доли переработки с 29,8 до 65,5 %.

Табл.: 5. Ил.: 2. Библиогр.: 20 назв.

Mavrin V. G., Makarova I. V. Optimization of placing the facilities of industrial waste handling transport and logistics system based on simulation modeling (on the example of the Republic of Tatarstan). Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 158–169.

Keywords: industrial waste, transport and logistics system, simulation modeling.

The article addresses the problem of improving the efficiency of the transport and logistics system for industrial waste management. A simulation model has been developed in the AnyLogic environment, which uses the real OpenStreetMap road network to calculate the routes and mileage of specialized vehicles and allows to determine the optimal system configuration (number, coordinates and capacities of sorting stations and processing plants), taking into account the restrictions imposed by the waste hazard class on transportation modes. Experiments with the model allowed determining an optimized system configuration (using the Republic of Tatarstan as an example), ensuring an increase in the recycling rate from 29,8 to 65,5 %.

УДК 338.27

DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-170-185

Асаул В. В., Вертакова Ю. В., Еловская М. А., Плотников В. А. **Анализ состояния и перспектив техно-**

логического развития современной российской экономики // Вестник гражданских инженеров. 2026. № 4 (117). С. 170–185.

Ключевые слова: инновационное развитие, передовые производственные технологии, технологическое развитие, импортозамещение, технологический суверенитет, антироссийские санкции, государственная экономическая политика.

В условиях нарастающего санкционного давления и структурной трансформации глобального мироустройства инновационно-технологическое развитие становится ключевым фактором обеспечения экономического роста, национальной безопасности и международной конкурентоспособности России. Цель исследования — выявление закономерностей и трендов технологического развития российской экономики, а также оценка взаимосвязи между технологическими индикаторами и макроэкономической динамикой на основе официальных статистических данных за период 2000–2025 гг. Исследование базируется на использовании данных Росстата. Для их обработки использован комплекс методов: дескриптивный статистический анализ, расчет цепных и базисных темпов прироста, корреляционный анализ, построение регрессионных моделей с временными лагами, анализ структурных сдвигов, выявление трендовых компонент.

Табл.: 10. Библиогр.: 19 назв.

Asaul V. V., Vertakova Yu. V., Elovskaya M. A., Plotnikov V. A. Analysis of the state and prospects of technological development of modern Russian economy. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2026, no. 4 (117), pp. 170–185.

Keywords: innovative development, advanced production technologies, technological development, import substitution, technological sovereignty, anti-Russian sanctions, state economic policy.

In the context of increasing sanctions pressure and the structural transformation of the global world order, innovative and technological development is becoming a key factor in ensuring economic growth, national security, and Russia's international competitiveness. The objective of this study is to identify patterns and trends in the technological development of Russian economy and assess the relationship between technological indicators and macroeconomic dynamics using official statistical data for the period of 2000–2025. The study is based on official data from ROSSTAT. A combination of methods was used to process these data, namely, descriptive statistical analysis, calculation of chain and base growth rates, correlation analysis, construction of regression models with time lags, analysis of structural shifts, and identification of trend components.