

УДК 69.002.5

## ВИДЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В ВЫСОТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Д.А. Согоян**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

**Аннотация.** При строительстве зданий и сооружений не обойтись без специальной строительной техники, которая требуется практически для всех видов строительных работ: от подготовки бетонного раствора до требующих большого внимания и осторожности высотных работ. Выполнение различных строительных работ возможно благодаря особенностям каждого из видов строительной техники. В статье показаны проблемы высотного строительства в России: недостаток опыта в проектировании и строительстве подобных сооружений, размещение высотных зданий среди существующей городской застройки, пожарная безопасность, несовершенство существующей нормативной базы. Представлено текущее состояние рынка строительной техники в России. Описаны некоторые существующие подходы к формированию оптимальной структуры парка строительных машин. Предложено при формировании оптимальной структуры парка строительных машин использовать средства оптимизационного моделирования.

**Ключевые слова:** строительные машины, механизация работ, башенный кран, ножничный подъемник, мачтовый подъемник, высотное строительство, высотные здания, уникальные здания, строительные конструкции, оптимизационное моделирование.

**Ссылка для цитирования:** Согоян Д.А. Виды строительных машин и оборудования в высотном строительстве // Инженерные исследования. 2022. №4 (9). С. 34-40. EDN: LFCQGW

## TYPES OF CONSTRUCTION MACHINERY AND EQUIPMENT IN HIGH-RISE CONSTRUCTION

**D.A. Sogoyan**

*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)*

**Abstract.** During the construction of buildings and structures, one cannot do without special construction equipment, which is required for almost all types of construction work: from the preparation of concrete mortar to high-altitude work requiring great attention and caution. The performance of various construction works is possible due to the peculiarities of each type of construction equipment. The article shows the problems of high-rise construction in Russia: lack of experience in the design and construction of such structures, placement of high-rise buildings among the existing urban development, fire safety, imperfection of the existing regulatory framework. The current state of the construction equipment market in Russia is presented. Some existing approaches to the formation of the optimal structure of the construction machinery fleet are described. It is proposed to use optimization modeling tools when forming the optimal structure of the fleet of construction machines.

**Keywords:** construction machines, work mechanization, tower crane, scissor lift, mast lift, high-rise construction, high-rise buildings, unique buildings, building structures, optimization modeling.

**For citation:** Sogoyan D.A. Types of construction machinery and equipment in high-rise construction // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. 2022. No.4 (9). Pp. 34-40. EDN: LFCQGW

## ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в мире наблюдается устойчивый рост городского населения. В том числе и по этой причине интерес к высотному строительству постоянно возрастает. Строительство высотных зданий - технически сложный процесс, который требует больших финансовых затрат, современных технологий, высокой квалификации работников. Высотные здания и небоскребы строятся во всех экономически развитых странах (США, ОАЭ и др.). Россия не является исключением. Только за последние 10 лет в нашей стране было построено свыше 25 небоскребов. Среди которых Башня Федерация, Башня Евразия, Башня Меркурий, входящие в комплекс зданий Москва-Сити (рис.1), а также самое высокое здание не только в России, но и в Европе, Лахта-Центр (рис.2), построенное в Санкт-Петербурге [1].



**Рис. 1.** Комплекс зданий Москва-Сити<sup>1</sup>  
**Fig. 1.** Complex of Moscow-City buildings

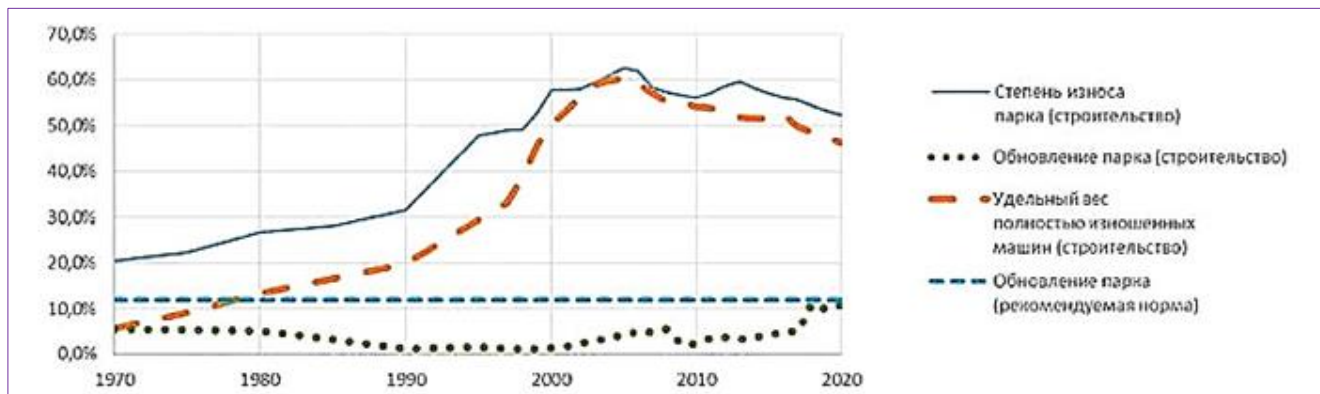


**Рис. 2.** Лахта-Центр<sup>2</sup>  
**Fig. 2.** Lakhta Center

Одна из современных мировых тенденций - повышение энергоэффективности в строительстве высотных зданий [2, 3], а также поиск оптимальных решений по снижению затрат на обслуживание зданий, а кроме роста этажности зданий всё больше внимания уделяется креативным дизайнерским решениям [4]. Отдельное внимание в научных исследованиях уделяется тепловлагопереносу в ограждающих конструкциях зданий [5, 6].

## ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В РОССИИ

На основании экспертных оценок, представленных в [7-12], Репин С.В., Евтюков С.А., Чечуев В.Е., Максимов С.Е., Зазыкин А.В. привели в статье [13] данные по количественному составу парка строительных и дорожных машин, динамике продаж техники, факторов, влияющих на процессы формирования парков машин (рис.3). Анализ состояния рынка строительных машин в России авторы представили также в работе [14].



**Рис. 3.** Состояние парка строительных машин в РФ [13]  
**Fig. 3.** The state of the construction machinery fleet in the Russian Federation

<sup>1</sup> Каково это - жить в Москва-Сити: личный опыт [Электронный ресурс]. – URL: <https://realty.ya.ru/journal/post/gorod-vnutri-goroda-kak-zhivyotsya-v-moskvesiti/> (дата обращения: 13.04.2022)

<sup>2</sup> Лахта-Центр [Электронный ресурс]. – URL: [https://ic.pics.livejournal.com/masterok/50816465/2647723/2647723\\_original.jpg](https://ic.pics.livejournal.com/masterok/50816465/2647723/2647723_original.jpg) (дата обращения: 13.04.2022)

На основании проведенного анализа статистических данных Репин С.В., Евтюков С.А., Чечуев В.Е., Максимов С.Е., Зазыкин А.В. показали, что парк строительных машин формируется по следующим тенденциям: преимущественный рост продаж отечественной техники, сокращение продаж бывших в употреблении машин, а также возрастание доли лизинга и аренды [13]. Количество машин зарубежного производства составляет около 51% из общего количества типов машин. Низкий процент обновления парка машин привел к тому, что 50% машин составляют машины с истекшим сроком службы.

Авторы отмечают, что производство строительных машин в России с 1991 года снижалось, и только в последние несколько лет наметился рост выпуска некоторых видов машин – экскаваторов, автокранов, бульдозеров, автогрейдеров, машин для содержания дорог [13].

Наблюдается рост доли финансового лизинга и аренды в сфере реализации строительных машин. Это обусловлено удорожанием импортной техники, а также тем фактом, что с ростом утилизационного сбора цены на строительные машины приблизились к стоимости новых машин, из-за чего многие предприятия все чаще принимают решение в пользу покупки новой техники [13].

### МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

При строительстве высотных зданий и сооружений применяются уникальные технологии, а также различное строительное оборудование. В высотном строительстве не обойтись без башенных кранов, которые используются для перемещения и доставки на высоту грузов. Здания высотой более 16 этажей делает неэффективным применение башенных кранов на рельсовом ходу. По этой причине при возведении высотных зданий зачастую применяют и краны, запроектированные для возведения именно данного здания [15].

**Приставные (стационарные) башенные краны** (рис. 4) применяют при строительстве высотных зданий (высотой 150 м и более). Увеличение высоты башни кранов осуществляется методом подращивания снизу или методом наращивания сверху промежуточными секциями, длина которых составляет 2,5-7 м. При наращивании башни две крайние верхние секции крепят к монтажной стойке и расстыковывают между собой. Предварительно промежуточная секция поднимается крюковой подвеской и навешивается на выдвижную раму. Башня крана крепится к зданию с помощью закладных рам, монтируемых между двумя секциями.

У башенных кранов, башня которых охвачена порталом, применяют метод подращивания секций башни снизу, при котором очередная промежуточная секция заводится снизу, пристыковывается к башне и с помощью монтажной лебедки выдвигается вверх.

**Самоподъемные краны** изготавливаются грузоподъемностью до 15 т с грузовым моментом до 3300 кНм. Вертикальное перемещение крана осуществляется следующим образом (рис.5). Башня крана (1) опирается на опорные балки с откидными упорами (3) и охватывается вертикально подвижной обоймой (2), также снабженной откидными упорами (4), но в другой плоскости. Специальной лебедкой (5) обойма снимается с упоров и поднимается на высоту двух этажей и вновь устанавливается на упоры. После этого башня и опорные балки снимаются со своих упоров, подтягиваются на высоту двух этажей и устанавливаются на каркас здания. Демонтаж крана ведется в обратной последовательности.

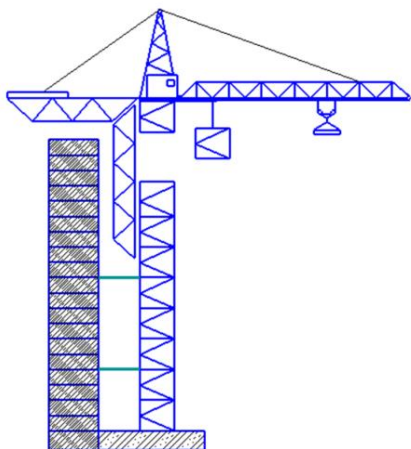


Рис.4. Приставной (стационарный) кран [15]  
Fig. 4. Attached (stationary) crane

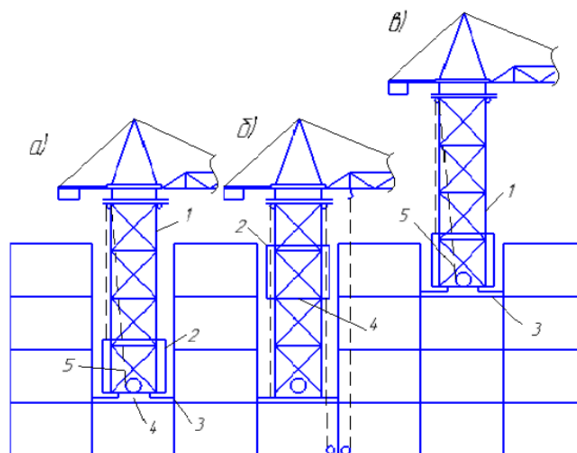


Рис.5. Схема перемещения самоподъемного крана: а – исходное положение; б – подъем обоймы; в – подъем крана [15]  
Fig. 5. Scheme of movement of a self-elevating crane: a - initial position; b - lifting the clip; c - crane lifting

Основное преимущество этих кранов в том, что подъемное устройство крепится на специальной башенной системе, которая «растет» вместе с увеличением высоты строящегося здания («ходит» вверх по зданию). Кроме того, самоподъемные краны позволяют осуществлять монтаж зданий в стесненных условиях. Выбор типов, числа и схемы расстановки самоподъемных кранов зависит от массы монтажных элементов, конфигурации и размеров здания в плане, а также по высоте с учетом того, что сфера их действия должна полностью охватывать необходимую рабочую зону крана.

При строительстве высотных зданий подготовительный период включает подготовку площадки, доставку, разгрузку, сортировку и разметку материалов и элементов, их укрупнительную сборку, подачу к месту монтажа, сборку и подъем башенного крана для высотных работ в исходное положение, выполнение работ до нулевого цикла и т. д. Поэтому при возведении подземной части высотного здания иногда бывает рациональнее использовать в качестве грузоподъемного оборудования стреловые передвижные краны, а для дальнейшего монтажа каркаса – приставные или самоподъемные.

Также для высотного строительства обязательно пригодятся строительные подъемники. Это средство механизации вертикальных грузовых или грузопассажирских потоков на строительном объекте. Является разновидностью грузоподъемных машин и применяется при возведении, главным образом, высотных зданий и сооружений. Существует множество типов и один из них - это ножничные подъемники (рис.3).

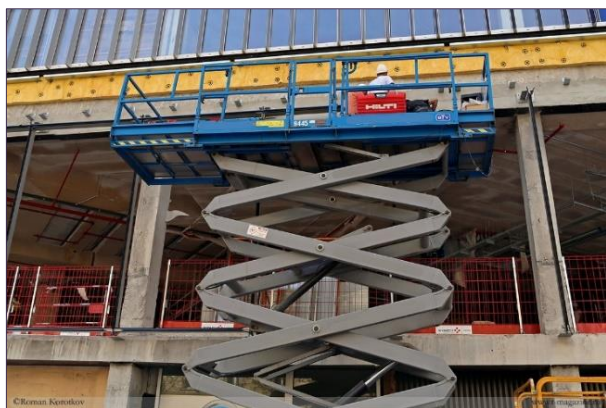


Рис. 3. Ножничный подъемник<sup>3</sup>  
Fig. 3. Scissor lift



Рис. 4. Мачтовый подъемник<sup>4</sup>  
Fig. 4. Mast lift

Характерная особенность ножничного подъемного устройства – наличие системы скрещивающихся рычагов, как правило, одинаковой длины, на которую опирается рабочая платформа. Основными вышками при отделочных, ремонтных, строительно-монтажных работах являются мачтовые подъемники (рис.4).

#### ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Правильно подобранный для конкретного строительного проекта монтажный кран в значительной степени способствует его эффективности, своевременности и прибыльности. Познахирко Т.Ю. [16] предлагает экономико-математическую модель выбора оптимального комплекта машин для строительства в заданный срок. Предложенное решение позволяет рассчитать несколько вариантов различными комплектами строительно-монтажных машин и методами организации монтажа и выбрать вариант с наименьшими суммарными затратами.

Отсутствие или избыток машин для производства строительно-монтажных работ (строительно-монтажных работ) в строительных организациях существенно влияет на экономические показатели их эксплуатации. Темпы и качество строительно-монтажных работ, производительность труда во многом зависят как от технического уровня средств механизации, так и от степени обеспеченности объектов строительства машинами (уровня механизации труда). При определении потребности в машинах для строительства следует учитывать [17]:

- Обеспечение выполнения работ на объектах в соответствии с намеченными сроками;

<sup>3</sup> Классификация и описание строительных подъемников [Электронный ресурс]. – URL: <https://t-magazine.ru/pages/lifts/> (дата обращения: 17.04.2022)

<sup>4</sup> Мачтовый подъемник GEDA MULTILIFT [Электронный ресурс]. – URL: <https://altura.ua/construction-lifts/machtovyyj-pod-ernik-geda-multilift> (дата обращения: 13.04.2022)

- повышение уровня комплексной механизации строительно-монтажных работ; - повышение производительности труда и снижение доли ручного труда;
- использование прогрессивных методов работы;
- улучшение использования существующего инженерного парка;
- обеспечение требуемых темпов обновления инженерного парка.

Расчет потребности и снабжения машин строительными организациями должен производиться с учетом реализации всего комплекса организационно-технологических и эксплуатационных мероприятий, направленных на постоянное повышение эффективности использования парка транспортных средств [17].

Все больше исследователей при формировании оптимальной структуры парка строительных машин предлагают использовать средства оптимизационного моделирования, учитывающие различные факторы и критерии оптимизации (минимальные затраты, максимальная прибыль и т.д.) [18]:

Ветрова А.В., Манжос Ю.А. и Райгородская В.С. определили экономические аспекты оптимального комплектования и использования парка дорожно-строительных машин [18]. Авторы полагают, что выбор критерия зависит от горизонта планирования, полноты данных и пр. Так, например, прибыль в качестве критериального показателя целесообразно использовать в случае оптимизации парка машин совместно с оптимизацией объемов работ, а также с оптимизацией формирования и использования других ресурсов: материалов и ручного труда или их отсутствии.

В статье [19] Мейке У.Н., Терентьев А.В. и Добромиров В.Н. представили методику обоснования предпочтений потребителя в выборе образцов строительных машин из числа представленных на рынке, разработанную на основе использования одного из методов многокритериальной оптимизации - метода районирования, предполагающего рассмотрение всех возможных вариантов приоритетов в значимости оценочных свойств.

Радаев А.Е., Павлова Н.Ю., Слепцова А.В., Глушко Д. и др. предлагают методику обоснования характеристик парка строительных машин с использованием средств стохастического программирования [20-23]. Пильник Ю.Н., Сушков С.И., Арутюнян А.Ю. в статье [24] рассматривают задачу оптимизации структуры парка транспортно-технологических машин посредством использования математических методов. Авторы приводят блок-схему алгоритма формирования оптимальной структуры парка транспортных машин, которая позволяет определить оптимальную структуру состава парка транспортно-технологических машин, исходя из типов и объемов выполняемых работ, а также затрат на эксплуатацию каждого типа транспортного средства.

Экономическую эффективность применения машин и комплектов в строительстве зданий и сооружений производят при сравнении нескольких вариантов. Алгоритм определения экономической эффективности состоит из нескольких важных этапов. Один из вариантов машин признаётся эталонным. Далее устанавливают перечень характеристик для сравнения новых вариантов машин и комплектов с эталонным. Определяют значение показателей для выполнения определённого вида работ в определенном объёме. На основе этих значений производят оценку показателей, после чего выбирают наиболее перспективный вариант. Последним этапом является определение размера затрат для каждого варианта. Основными характеристиками для сравнения вариантов машин и комплектов являются: себестоимость, трудоёмкость и продолжительность выполнения работ. Ульянов А.А., Хропов К.А. в статье [25] представили обоснование экономической целесообразности подбора строительных машин.

Березина Ю.И. и Бочкарева Т.М. [26] предлагают для определения оптимального комплекса машин для производства строительных работ использовать метод сетевого графа Дейкстры, в качестве критерия оптимизации выбраны приведенные затраты. Выполнено сравнение времени производства работ с применением ручных инструментов и средств механизации, средств подмащивания, монтируемых вручную, самоходного ножничного подъемника, просчитана экономическая выгода при замене ручного труда машинным.

Исследователи полагают, что дальнейшая работа должна вестись по следующим направлениям [18]: формирование информационной базы анализа и планирования эксплуатации строительных машин, учет в экономико-математических моделях факторов, наиболее полно учитывающих условия эксплуатации техники, а также определение степени влияния различных факторов на значение основного критерия оптимизации.

Комплексный подход к формированию парка машин с учетом показателей энергоэффективности предложен в работе [27], которые позволят не только сократить затраты за счет экономии топлива, смазочных материалов и т.д., но и улучшить экологическую ситуацию в зоне производства работ.

Одновременно с повышением конкурентоспособности строительной отрасли заинтересованность компаний в современной энергоэффективной технике позволяет развивать и тяжелое машиностроение с рядом смежных отраслей, что также положительно отражается на экономической ситуации в стране в целом.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Престижность расположения офисов ведущих компаний в таких зданиях, низкий уровень шума, отсутствие смога на верхних этажах, довольно эстетичный вид из окна небоскреба – всё это несомненные преимущества высотного строительства.

Несмотря на ежегодный рост количества высотных зданий, эта сфера строительства требует дальнейших исследований, появления новых технологий, а также обеспечение высотного строительства современными видами строительных машин и оборудования. При проектировании высотных зданий нужно принимать экономически оправданные технические решения, которые при этом не должны снижать надежность сооружения и превращать его в источник повышенной опасности для людей и окружающей среды.

Все больше исследователей при формировании оптимальной структуры парка строительных машин предлагают использовать средства оптимизационного моделирования. В частности, уже есть методики обоснования выбора образцов строительных машин, разработанные на основе методов многокритериальной оптимизации, средств стохастического программирования и др.

Формирование оптимальной структуры парка строительных машин весьма важный вопрос, т.к. правильно подобранная для конкретного строительного проекта строительная техника и оборудование будут способствовать его эффективности, своевременности и прибыльности.

В качестве направления дальнейших исследований предполагается проведение расчетов по формированию оптимальной структуры парка строительных машин для строительных компаний Санкт-Петербурга и разработка рекомендаций по выбору экономико-математических методов с учетом структуры парка машин конкретной организации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sviridenko V., Novik A., Jos V. The concept of a footbridge, that leading to the Lakhta Center // AlfaBuild. 2019. № 1 (8). С. 27-36. DOI: 10.34910/ALF.8.3 EDN: FMHEJ
2. Musorina T.A., Gamayunova O.S., Petrichenko M.R. Thermal regime of enclosing structures in high-rise buildings // Vestnik MGSU. 2018. Т. 13. № 8 (119). С. 935-943. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.8.935-943 EDN: XZHZN
3. Gamayunova O., Petrichenko M., Musorina T., Gumerova E. Feasibility study of the insulation of the enclosing walls of high-rise buildings // MATEC Web of Conferences. 2018. P. 06006. DOI: 10.1051/mateconf/201824506006 EDN: GGEANI
4. Иванова П.В., Григорян М.Н. Современные тенденции в проектировании и строительстве высотных зданий // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1 (52). С. 176. EDN: EAGXMV
5. Zubarev K., Gagarin V. Heat and moisture transfer in building enclosing structures // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Т. 247. С. 257-266. DOI: 10.1007/978-3-030-80946-1\_26 EDN: HSLOOO
6. Gagarin V.G., Akhmetov V.K., Zubarev K.P. Graphical method for determination of maximum wetting plane position in enclosing structures of buildings // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference «FarEastCon 2019». 2020. С. 022046. DOI: 10.1088/1757-899X/753/2/022046 EDN: MCCAHN
7. Repin S., Zazykin A., Maksimov S. Improving operational safety of transport and handling machinery based on automobile chassis by forming fleets of machinery with specific level of reliability // Transportation Research Procedia. «14th International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities, OTS 2020». 2020. С. 582-590. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.070 EDN: EFZTIJ
8. Repin S., Maximov S., Zazykin A., Voropaev N. Development of strategy for ensuring operability of transport and technological machines // E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 03046. DOI: 10.1051/e3sconf/202016403046 EDN: MMQKIG
9. Repin S.V., Roulis K.V., Bardyshev O.A., Druginin P.V. Method of ensuring efficient operation of transport and technological machines at construction sites // Proceedings of the 12th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction, ICCPAC 2020. 12. 2021. Pp. 263-267. EDN: YXDMLZ
10. Repin S., Zazykin A., Gordienko V. Method of forming a fleet of transport and technological machines for road construction // Transportation Research Procedia. 2018. Pp. 654-660. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.131 EDN: VTCJLM
11. Repin S., Evtukov S., Maksimov S. A method for quantitative assessment of vehicle reliability impact on road safety // Transportation Research Procedia. 2018. Pp. 661-668. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.128 EDN: WUSWRS

12. Repin S., Evtuykov S. Technique for ensuring safety of transportation vehicles through the analysis of their structural reliability // MATEC Web Conf. The VI International Scientific and Practical Conference «Information Technologies and Management of Transport Systems» (ITMTS 2020). 2021. Vol. 334. P. 01011. DOI: 10.1051/mateconf/202133401011
13. Репин С.В., Евтюков С.А., Чечуев В.Е., Максимов С.Е., Зазыкин А.В. Состояние и тенденции развития рынка дорожно-строительной техники в России // Путевой навигатор. 2021. № 49 (75). С. 26-31. EDN: HRKKUT
14. Репин С.В., Чечуев В.Е., Грушецкий С.М., Евтюков С.А. Анализ состояния рынка строительных машин в России // Строительные и дорожные машины. 2021. № 9. С. 11-13. EDN: DMVJDE
15. Руденко А.А., Ушакова Е.А. Инновационные технологии возведения высотных зданий: электронное учебно-методическое пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2020. 106 с. ISBN 978-5-8259-1489-3.
16. Познахирко Т.Ю. Выбор комплекта машин для возведения объекта в заданный срок // Строительное производство. 2021. № 1. С. 33-38. DOI: 10.54950/26585340\_2021\_1\_33 EDN: OVRRYN
17. Логунова Е.А., Додонова М.А. Особенности формирования парка строительных машин // В сборнике: Качество в производственных и социально-экономических системах. сборник научных статей 10-й Международной научно-технической конференции. Юго-Западный государственный университет. Курск, 2022. С. 243-245. EDN: UXKTRM
18. Ветрова А.В., Манжос Ю.А., Райгородская В.С. Экономические аспекты оптимального комплектования и использования парка дорожно-строительных машин // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2017. № 2 (12). С. 13. EDN: YTXHGJ
19. Мейке У.Н., Терентьев А.В., Добромиров В.Н. Исследование возможности применения метода районирования для выбора дорожно-строительных машин // Строительные и дорожные машины. 2022. № 6. С. 26-31. EDN: CGIMXE
20. Павлова Н.Ю., Радаев А.Е. Обоснование характеристик парка строительных машин с использованием средств стохастического программирования // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Сборник материалов Всероссийской конференции. 2022. С. 440-443. EDN: OVXXUZ
21. Glushko D., Pavlenko A., Radaev A., Rajczyk J. Determination of the Characteristics for the Construction Machinery Fleet with Application of Fractional Linear Optimization // Proceedings of EECE 2020: Energy, Environmental and Construction Engineering, St. Petersburg, Russia, Cham: Springer, 2021. Pp. 441-453. EDN: WSUBEW
22. Радаев А.Е., Слепцова А.В. Оптимизационная модель обоснования характеристик парка строительных машин по фронтам работ в условиях Крайнего Севера // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 33. С. 1447-1453. EDN: TKOOJG
23. Спицкая А.Ш., Радаев А.Е. Обоснование характеристик комплектов строительных машин с применением элементов теории систем массового обслуживания // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург, 2021. С. 198-200. EDN: EKEUTK
24. Пильник Ю.Н., Сушков С.И., Арутюнян А.Ю. Методика определения оптимальной структуры парка транспортно-технологических машин // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 125. EDN: UZIZQF
25. Ульянов А.А., Хропов К.А. Обоснование экономической целесообразности подбора строительных машин // Экономика и эффективность организации производства. 2018. № 28. С. 82-85. EDN: YOOZKX
26. Березина Ю.И., Бочкарева Т.М. Оптимальный комплекс машин для производства армокаменных работ при возведении противопожарной стены промышленного здания // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2022. Т. 1. С. 294-300. EDN: AFNVCD
27. Прохоров С.В. Комплексный подход к формированию машинных парков с учетом показателей энергоэффективности // Жилищное строительство. 2018. № 5. С. 29-33. EDN: XQKXGH

## ОБ АВТОРАХ

**Давид Ашотович Согоян** – студент. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: sogoyan.da@edu.spbstu.ru

## ABOUT THE AUTHORS

**David A. Sogoyan** – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: sogoyan.da@edu.spbstu.ru