



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Прогноз научно-технического развития строительной отрасли.

АНДРЕЙ ПУСТОВГАР
проректор НИУ МГСУ

MOSCOW STATE UNIVERSITY OF CIVIL ENGINEERING (NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY)
DRY MIX OPEN 2019
Moscow 2019

Тренды

- Рост потребления и стоимости природных ресурсов
- Увеличение доли городского населения
- Повышение внимания государств, к вопросам устойчивого развития
- Цифровизация экономик государств
- Формирование новых доходных наукоемких отраслей
- Транспортно-ориентированный девелопмент
- Компактизация и обеспечение коммуникативности городского пространства
- Зеленый девелопмент
- Сокращение сроков строительства за счет индустриализации, в том числе быстровозводимых зданий и сооружений
- Визуализация территориального планирования проектных замыслов, инженерных решений, технологий производства работ.

Эффекты

- Внедрение технологий замкнутого жизненного цикла зданий, строительных конструкций, материалов и изделий
- Внедрение технологий информационного моделирования при пространственном, территориальном планировании, планировке поселений и для всех стадий жизненного цикла зданий и сооружений
- Внедрение технологий дополненной и виртуальной реальности
- Внедрение государствами гармонизированных международных стандартов «устойчивого развития» в строительстве, в том числе стандарты:
 - «зеленого» строительства
 - энергоэффективного строительства
 - доступной среды
 - качества жизни
 - умных городов, домов
- **Увеличение доли эко-поселений, районов, домов**
- Увеличение доли поселений, районов, домов с без барьерной средой
- **Рост числа домов с нулевым потреблением энергии и «активных» домов**
- Социализация городов и виртуализация элементов городской инфраструктуры
- Использование цифровых двойников объектов строительства
- Автоматизация строительных технологий и применение интеллектуальных роботизированных комплексов
- Рост городов с цифровой, беспилотной транспортной инфраструктурой
- **Рост объемов высотного строительства для городов с высокой плотностью населения**
- Развитие облачных технологий в областях проектирования и мониторинга состояния городской среды

Драйверы

- Рост популяции и плотности населения городов
- Повышение требований к качеству жилья и комфортности проживания
- Повышение требований к экологичности и энергосбережению зданий и сооружений
- Развитие городской инженерной инфраструктуры и коммунальных услуг
- Развитие транспортной инфраструктуры
- Развитие цифровой мобильности
- Развитие безбарьерной городской среды
- Развитие сырьевой базы строительных материалов за счет рециклинга строительных отходов
- Повышение производительности труда в строительстве за счет внедрения аддитивных и цифровых технологий на всех стадиях жизненного цикла
- Развитие международного сотрудничества и совместной разработки строительных технологий и материалов
- Развитие межотраслевого взаимодействия
- Создание устойчивой инфраструктуры городов

Барьеры

- Неготовность населения большинства стран к внедрению технологий аддитивного строительства, «умного» дома, информационного моделирования;
- Увеличение стоимости этапов жизненного цикла зданий и сооружений - изыскания, проектирование, строительство для экологичных и энергоэффективных зданий;
- Необходимость инвестиций для внедрения аддитивных и цифровых технологии в строительстве.
- Пробелы в законодательной и нормативно-технической базе по вопросам экологичности и энергосбережения в строительстве и ЖКХ
- Инфраструктурные ограничения
- Несовершенство систем информационной безопасности

- *Аддитивные технологии, включая технологии 3D-печати*
- *Технологии производства новых строительных материалов*
- Компьютерные и когнитивные технологии, включая BIM-технологии, технологии искусственного интеллекта
- Технологии модульного строительства
- *Технологии автоматизации процессов строительства и применения роботизированных комплексов*
- Технологии дополненной и виртуальной реальности
- *Технологии создания «зеленых зданий» и безотходные технологии*
- *Технологии создания энергоэффективных зданий, в том числе пассивных.*
- *Технологии рециклинга строительных отходов*
- Технологии конвергенции киберфизических систем, комплексные социо-киберфизические технологии «умного города»
- Когерентные технологии цифрового моделирования полных циклов созидательной деятельности

Перспективные технологические области развития строительного комплекса

Перспективные технологические области	Наиболее важные рыночные ниши	Критерии оценки перспективности					
		Мир				Москва/Россия	
		Емкость сегмента	Темп роста CAGR %	Прибыльность*	Уровень конкуренции	Емкость сегмента	Обеспеченность кадрами
Аддитивные технологии, включая технологии 3D-печати	Рынок строительных 3D-принтеров	\$100 млн. 2017	18,7%		высокий	█	Низкая/низкая
Технологии производства новых строительных материалов	Рынок экологически чистых строительных материалов	\$199.7 млрд 2017	11,7%		высокий	█	Низкая/низкая
	Рынок строительных композитов	\$47,76 млрд 2018	4,5%		средний		Низкая/низкая
Компьютерные и когнитивные технологии, включая BIM-технологии, технологии искусственного интеллекта	Рынок информационного моделирования зданий (BIM) (программное обеспечение, услуги)	\$ 5,265 млрд 2017	17,5%		высокий		низкая
	Рынок искусственного интеллекта в строительстве (планирование и проектирование, безопасность, оборудование, мониторинг и техническое обслуживание)	\$325,7 млн 2017	33,7%		низкий		низкая
	Рынок систем «умного дома» (оборудование, системы и сервисы)	\$84 млрд	10%		высокий		средняя
Технологии модульного строительства	Рынок модульных конструкций (жилье, коммерческое, образования, здравоохранения, промышленности)	\$92,18 млрд 2018	7,1%		высокий		средняя
Технологии автоматизации процессов строительства и применения роботизированных комплексов	Рынок строительных роботов (автономные системы, устройства для трехмерной печати, экзоскелеты, тяжелое оборудование и разнородная специализированная автоматика)	\$76.6 млн. 2018	16,8%		высокий		низкая

Перспективные технологические области развития строительного комплекса

Перспективные технологические области	Наиболее важные рыночные ниши	Критерии оценки перспективности					
		Мир				Москва/Россия	
		Емкость сегмента	Темп роста CAGR %	Прибыльность*	Уровень конкуренции	Емкость сегмента	Обеспеченность кадрами
Технологии дополненной и виртуальной реальности	Рынок AugmentedReality(программное обеспечение, услуги)	\$143,3млн. к 2020	15%		средний		низкая
Технологии создания «зеленых зданий» и безотходные технологии	Рынок зеленого строительства	-	10,26%		низкий		низкая
	Рынок «зеленых» строительных материалов	\$199,7млрд. 2017	11,7%		средний		низкая
Технологии создания энергоэффективных зданий, в том числе пассивных.	Рынок потенциальной экономии энергии в секторе коммерческой недвижимости	\$30 млрд. в год	9,6%		средний		средняя
Технологии рециклинга строительных отходов	Рынок управления строительными отходами	\$350,8 млрд. в год	9,67%		средний		низкая
Технологии конвергенции киберфизических систем, комплексные социо-киберфизические технологии «умного города»	Рынок систем «умного дома»	\$31,4млрд 2018	14,2%		высокий		средняя
	Рынок киберфизических систем CPS	\$55,075млрд. 2017	8,7%		низкий		низкая
Когерентные технологии цифрового моделирования полных циклов созидательной деятельности	Рынок информационного моделирования	\$5,265 млрд 2017	17,5%		низкий		низкая

<https://www.bcg.com/publications/2018/will-3d-printing-remodel-construction-industry.aspx>

<https://www.prnewswire.com/news-releases/global-green-building-materials-market2017-2018--2023---market-is-projected-to-reach-a-value-of-us-387-9-billion-300709480.html>

<http://www.defensedaily.com/press-releases/?id=5b43428b4170e279748b45da>

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-building-information-modelling-market-industry>

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/artificial-intelligence-in-construction-market>

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/artificial-intelligence-in-construction-market>

<https://www.prnewswire.com/news-releases/modular-construction-market-worth-129-67-billion-by-2023-818121207.html>

<https://www.prnewswire.com/news-releases/global-construction-robot-market-report-2018-2023-300655127.html>

https://www.pwc.ru/assets/pdf/technology-hub/essential-emerging-technologies-augmented-and-virtual-reality_rus.pdf

<https://www.marketresearchfuture.com/reports/green-building-market-4982>

<https://www.prnewswire.com/news-releases/global-green-building-materials-market2017-2018--2023---market-is-projected-to-reach-a-value-of-us-387-9-billion-300709480.html>

<https://www.transparencymarketresearch.com/energy-efficient-building-market.html>

<https://www.prnewswire.com/news-releases/energy-efficient-building-market-growing-at-96-cagr-to-2020-590163031.html>

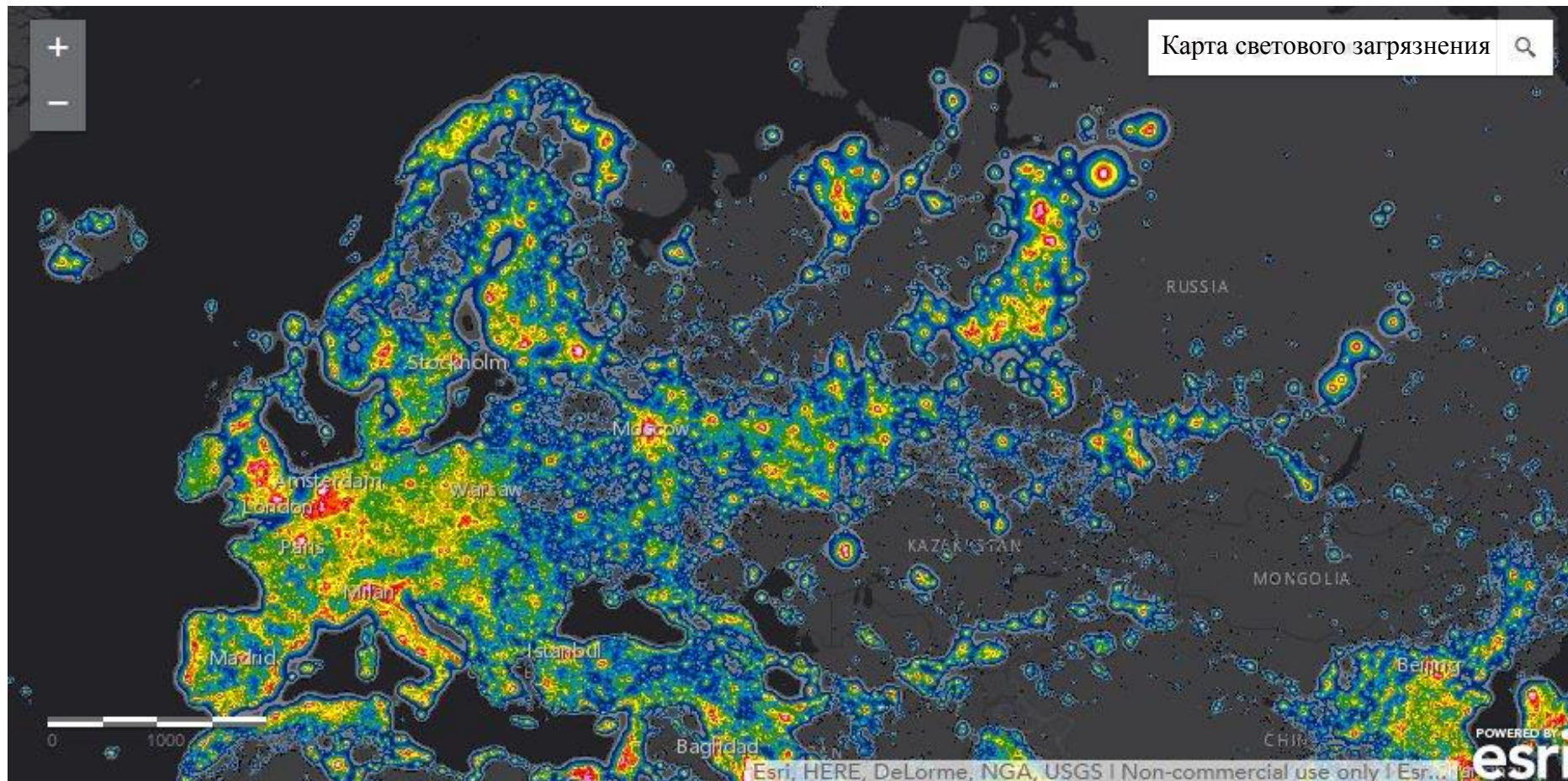
<https://www.technavio.com/report/global-construction-waste-management-market-2015-2019>

<https://www.statista.com/statistics/682204/global-smart-home-market-size/>

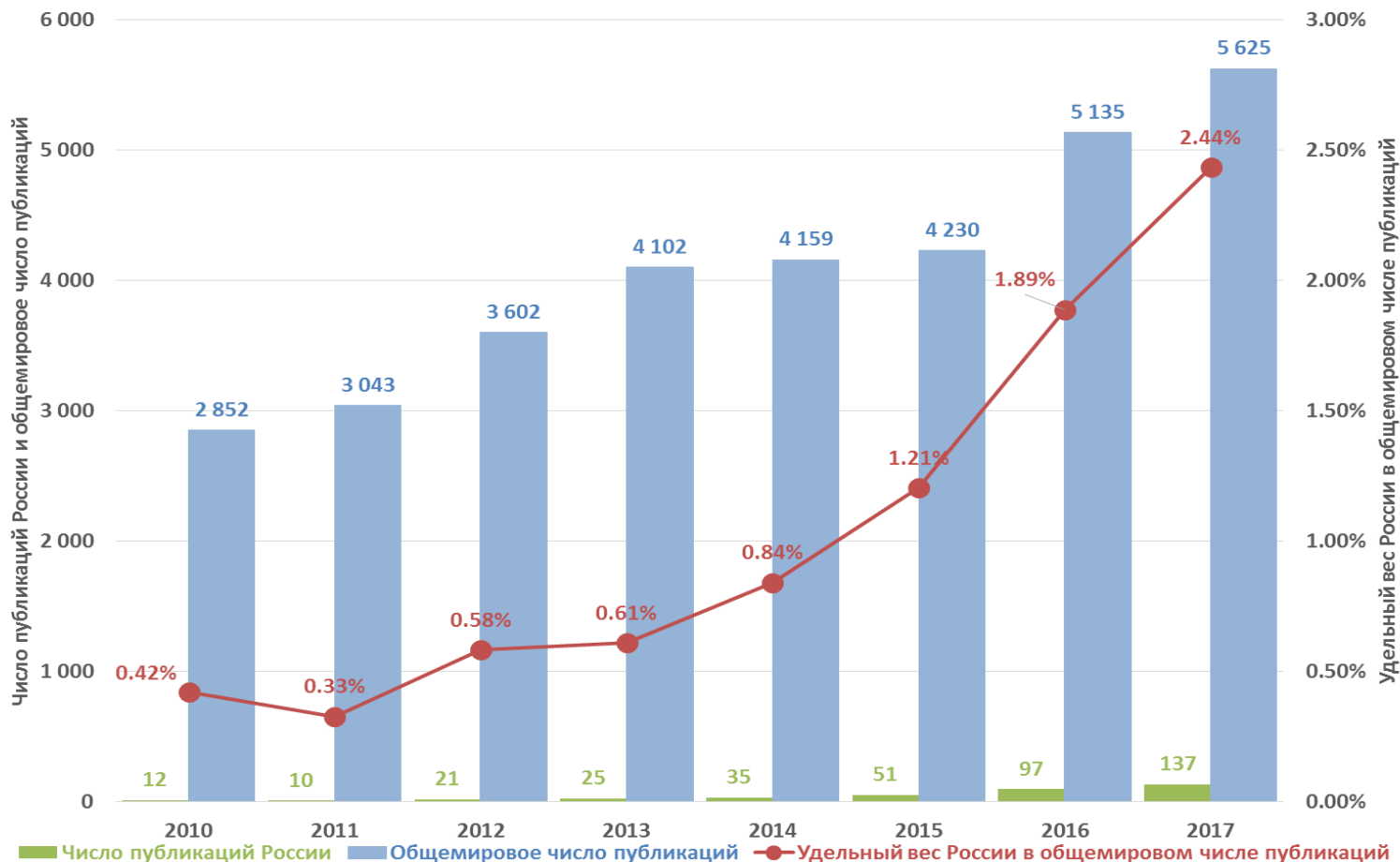
<https://www.futuremarketinsights.com/press-release/cyber-physical-systems-market>

<https://www.businesswire.com/news/home/20180516005548/en/Building-Information-Modelling-BIM-2018-2023-Global-Market>

Равномерность научно-технологического развития строительного комплекса Российской Федерации

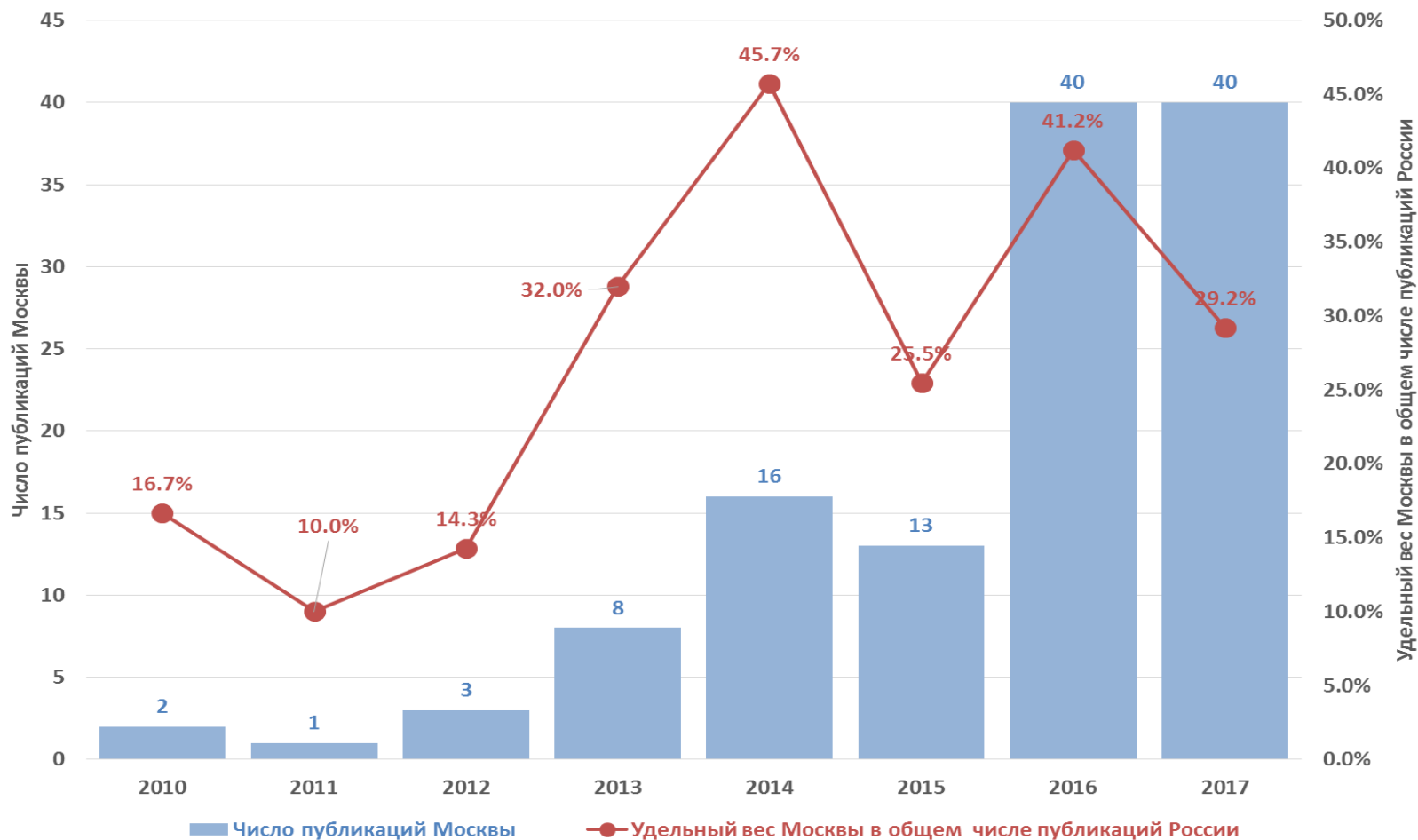


Динамика числа публикаций России по направлению «Перспективные технологии строительства»



Источник: расчеты на основе данных Web of Science.

Динамика числа публикаций Москвы по направлению «Перспективные технологии строительства»



Источник: расчеты на основе данных Web of Science.

Показатель	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Число патентных заявок российских заявителей, ед.*	1 145	1 343	1 306	1 388	1 127	1 389
Удельный вес России в общемировом числе патентов, %*	1.45	1.50	1.35	1.30	1.00	1.16
Удельный вес Москвы в общем числе патентов России, %*	28.14	25.23	23.24	24.13	21.61	...

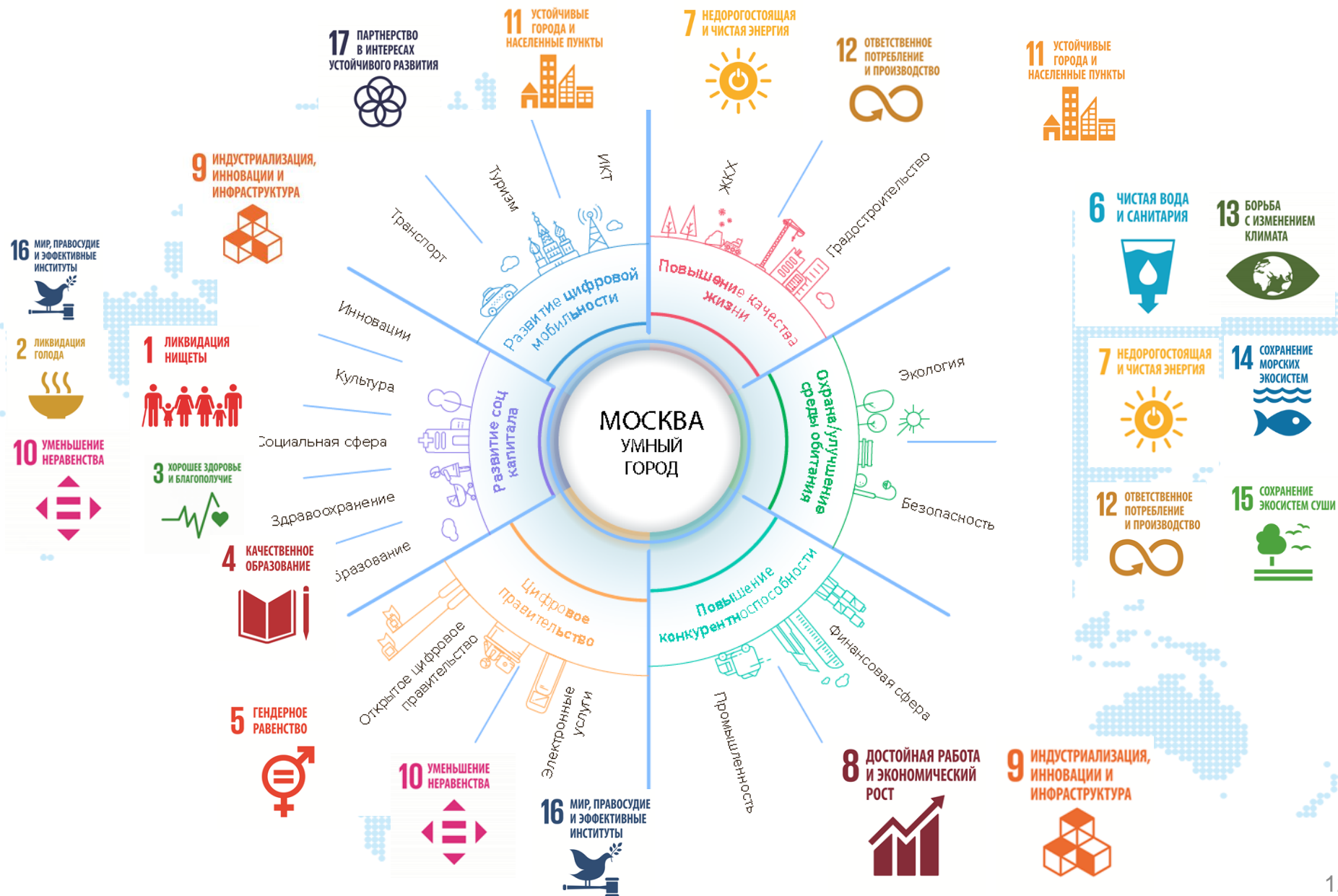
Источник: расчеты на основе данных Patstat.

Тренды технологического развития строительного комплекса в Москве

Тренды	Барьеры
<p>Драйверы</p> <ul style="list-style-type: none"> • Рост населения города • Рост объемов строительных и бытовых отходов <p>Драйверы</p> <ul style="list-style-type: none"> • Значительный рост объемов строительной деятельности в результате реализации Программы Реновации • Расширение и совершенствование транспортной инфраструктуры; • Внедрение цифровых технологий в процессе строительства новых объектов и мониторинга состояния городской среды 	<ul style="list-style-type: none"> • Сохранение административных барьеров в области нормирования; • Несовременная система технических стандартов; • Высокая зависимость строительного сектора от государственных расходов на инфраструктуру • Несовершенство системы государственных закупок в строительстве • Повышение цен на материалы и стоимость квалифицированной рабочей силы; отсутствие системы независимой оценки квалификации специалистов • Низкий уровень использования технических средств при проведении строительных работ • Рост тарифов на подключение к инженерным сетям • Экологические барьеры для экспорта строительных материалов российского производства в развитые страны • Несоответствие динамики роста населения и развития инфраструктуры города (градиент развития инфраструктуры и роста населения) • Необходимость сохранения архитектурного облика города



Проект МОСКВА «Умный город – 2030»



Перечень поручений по итогам расширенного заседания президиума Государственного совета



**Президент утвердил 29.03.2019 перечень поручений по итогам расширенного заседания президиума Государственного совета, прошедшего 12 февраля 2019 года.
Перечень содержит 38 поручений**

Поручения направлены на решение вопросов:

- объектов незавершенного строительства;
- защиты прав участников долевого строительства;
- установления системы контроля на федеральном уровне за ходом строительства домов;
- совершенствованию правового регулирования отношений, связанных с градостроительной деятельностью и строительством;
- изменений в правила землепользования и застройки ;
- оптимизации требований к застройщикам, реализующим проекты строительства жилья с использованием счетов эскроу;
- обоснования инвестиций при заключении государственного или муниципального контракта на проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию;
- состава и содержания генеральных планов муниципальных образований, а также порядка их подготовки и утверждения;
- связанных с подключением (технологическим присоединением) объектов капитального строительства к инженерным системам ;

Полный перечень поручений приведен на сайте

<http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/60198>

Поручения на которые следует обратить особое внимание производителям ССС

к) при уточнении финансового обеспечения реализации национального проекта «Жильё и городская среда» предусмотреть, начиная с 2020 года, средства на реализацию отдельных мероприятий по восстановлению и развитию исторически сложившихся территорий городов.

Ответственный *Медведев Дмитрий Анатольевич*
Тематика *Государственные финансы, Жильё, Нацпроекты*
Срок исполнения *1 октября 2019 года*

л) рассмотреть вопросы:

о целесообразности распространения «Единой национальной системы цифровой маркировки и прослеживаемости товаров» на основные строительные и иные материалы, влияющие на безопасность объектов капитального строительства;

о создании на базе одного из подведомственных Минстрою России учреждений института типового и экспериментального проектирования, в том числе для целей внедрения технологий информационного моделирования в строительстве.

Ответственный *Медведев Дмитрий Анатольевич*
Тематика *Строительство, инновации*
Срок исполнения *1 мая 2019 года*

Прогноз достижения целевых показателей строительной отрасли.



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О национальных целях и стратегических задачах развития
Российской Федерации на период до 2024 года

В целях осуществления прорывного научно-технологического и социально-экономического развития Российской Федерации, увеличения численности населения страны, повышения уровня жизни граждан, создания комфортных условий для их проживания, а также условий и возможностей для самореализации и раскрытия таланта каждого человека **п о с т а н о в л я ю:**

6. Правительству Российской Федерации при разработке национального проекта в сфере жилья и городской среды исходить из того, что в 2024 году необходимо обеспечить:

а) достижение следующих целей и целевых показателей:

обеспечение доступным жильем семей со средним достатком, в том числе создание возможностей для приобретения (строительства) ими жилья с использованием ипотечного кредита, ставка по которому должна быть менее 8 процентов;

увеличение объема жилищного строительства не менее чем до 120 млн. квадратных метров в год;

кардинальное повышение комфортности городской среды, повышение индекса качества городской среды на 30 процентов, сокращение в соответствии с этим индексом количества городов с неблагоприятной средой в два раза;

Цель: Обеспечить к 2024 году увеличение объема жилищного строительства не менее, чем на 120 млн. квадратных метров в год.

Сегодня: объем жилищного строительства – 78 млн. квадратных метров в год.

Решение:



Увеличение объема жилищного строительства к 2024 году до уровня 120 млн. квадратных метров в год

Цель

1. Анализ корреляционной связи различных показателей, с исследуемым показателем «изменение объёмов жилищного строительства в год»

Анализ

2.1. Аналитический выбор показателей для построения модели регрессии (экспертная оценка)

3.1. Математически обоснованный выбор показателей для построения модели регрессии

2.2. Построение математической модели (квадратичная регрессия)

3.2. Построение математической модели (линейная регрессия)

Результат

2.3. Экстраполяция

3.3. Прогнозы

- Пессимистичный
- Линейный
- Оптимистичный

Прогноз достижения целевых показателей строительной отрасли.

Анализ корреляционной связи различных показателей, с исследуемым показателем «изменение объемов жилищного строительства в год»

Проведен анализ различных показателей, потенциально оказывающих влияние на изменение искомого показателя «объем жилищного строительства в год». Рассмотрен временной интервал – с 2000 по 2017 гг.

Установлено, что проведение дальнейшего анализа целесообразно проводить по статистическим данным с 2008 по 2017 гг., поскольку именно в данном интервале прослеживается явная связь ряда рассмотренных показателей с исследуемым.

Для проведения дальнейшего анализа выбраны 5 показателей, оказывающие наибольшее влияние на исследуемый показатель «объем жилищного строительства в год», млн. кв. м. (далее - **исходные данные**):

- ☐ производство: портландцемент, цемент глиноземистый, цемент шлаковый и аналогичные цементы гидравлические, млн. т.
- ☐ производство: конструкции и детали сборные железобетонные, млн. м³
- ☐ объем выданных ипотечных кредитов, млн. руб.
- ☐ инвестиции в основной капитал в Российской Федерации по виду экономической деятельности «Строительство», млрд. руб.
- ☐ незавершенное строительством жилые дома, млн. кв. м.

Прогноз достижения целевых показателей строительной отрасли.

Построение математической модели (квадратичная регрессия)

Для проведения анализа изменения (динамики) объемов жилищного строительства по выбранным показателям требовалось построить функцию регрессии.

По результатам проверки адекватности различных математических моделей, для дальнейших исследований была выбрана функция квадратичной регрессии:

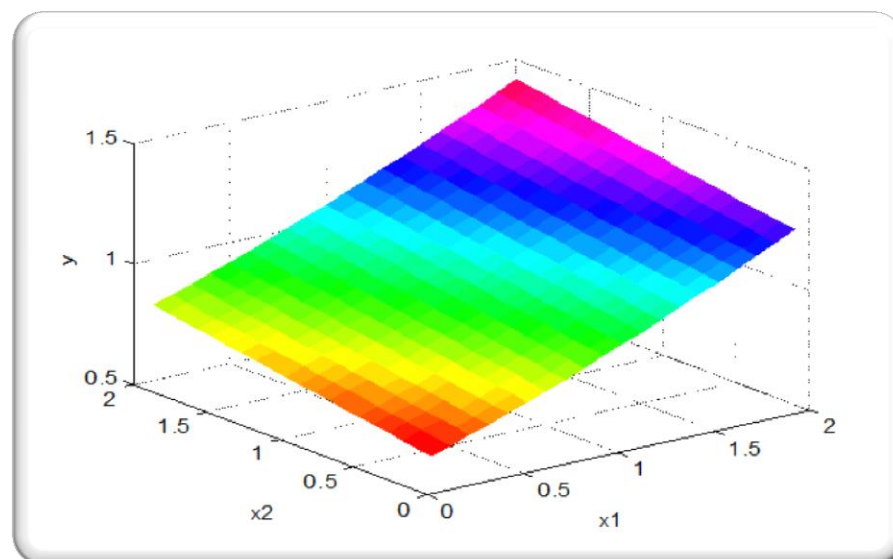
$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \beta_2 x_{2j} + \beta_{11} x_{1j}^2 + Z_j, \quad j = 1, \dots, 10$$

Для построения квадратичной регрессионной модели использовались 3 набора статистических данных за 2008-2017 года:

1. Объемы жилищного строительства (в млн. м²) – фактор Y (исследуемый показатель)
2. Объем выданных ипотечных кредитов (в млрд. руб.) – фактор X_1
3. Инвестиции в основной капитал в РФ по виду экономической деятельности строительство (в млрд. руб.) – фактор X_2

Полученная квадратичная регрессионная модель (в нормированных переменных) имеет вид:

$$Y = 0.5822 + 0.2527 X_1 + 0.1024 X_2 + 0.0322 X_1^2$$

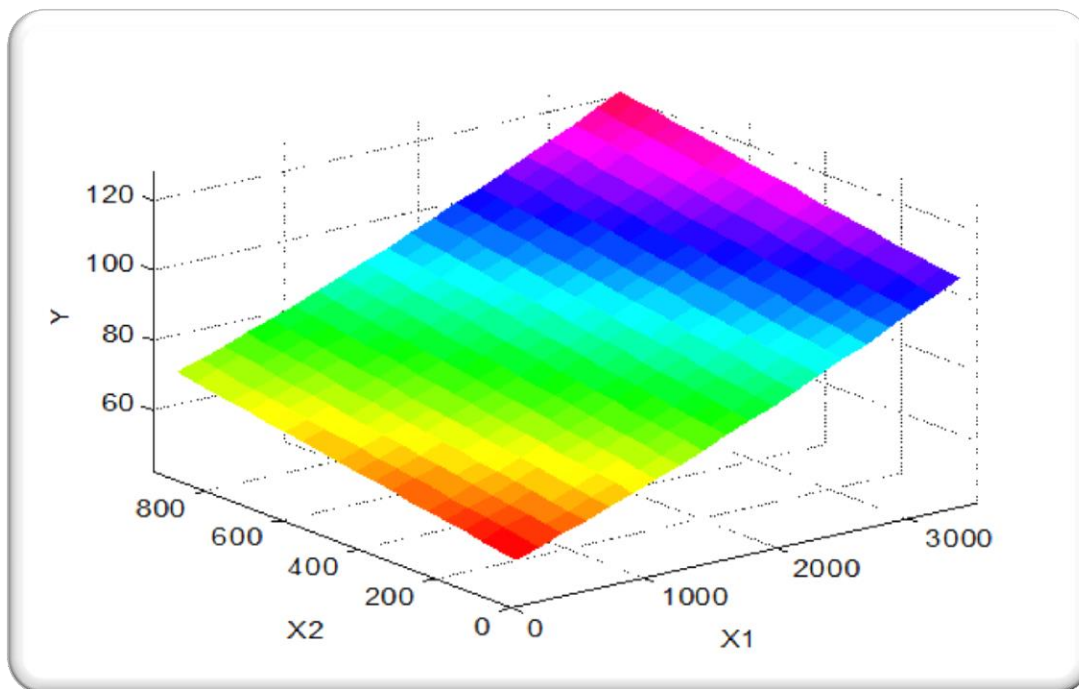


Прогноз достижения целевых показателей строительной отрасли.

Экстраполяция

Примером использования полученных результатов может служить возможность расчета изменения показателей X_1 и X_2 в зависимости от заданного Y .

Используя полученные данные, проведена экстраполяция переменных X_1 и X_2 до 2024 года при заданном значении Y (в ненормированных переменных), результаты которой приведены на графике.



По результатам анализа установлено, что для выполнения целевого показателя по увеличению объема жилищного строительства до 120 млн. м², необходимо к 2024 году удвоить объем выданных ипотечных кредитов и инвестиций в основной капитал в РФ по виду экономической деятельности «Строительство».

Математически обоснованный выбор показателей для построения модели регрессии

При данном подходе вклад каждого выбранного на первом этапе анализа показателя в показатель «изменение объёма жилищного строительства в год» определялся при помощи математической обработки статистических данных за выбранный временной интервал (2008 – 2017 гг.). Для этого применялись следующие методы:

- ✓ Дисперсионный анализ
- ✓ Корреляционный анализ
- ✓ Методы линеаризации
- ✓ Регрессионный анализ

Математически подтверждено влияние каждого выбранного показателя на искомый показатель «объём жилищного строительства в год».

Установлено, что наибольший вклад на изменение искомого показателя оказывают:

- ☐ производство: портландцемент, цемент глиноземистый, цемент шлаковый и аналогичные цементы гидравлические, млн. т.
- ☐ инвестиции в основной капитал в Российской Федерации по виду экономической деятельности Строительство, млрд. руб.

3.2. Построение математической модели (линейная регрессия)

Для проведения анализа изменения (динамики) объемов жилищного строительства по выбранным показателям требовалось построить функцию регрессии.

По результатам проверки адекватности различных математических моделей, для дальнейших исследований была выбрана функция линейной регрессии:

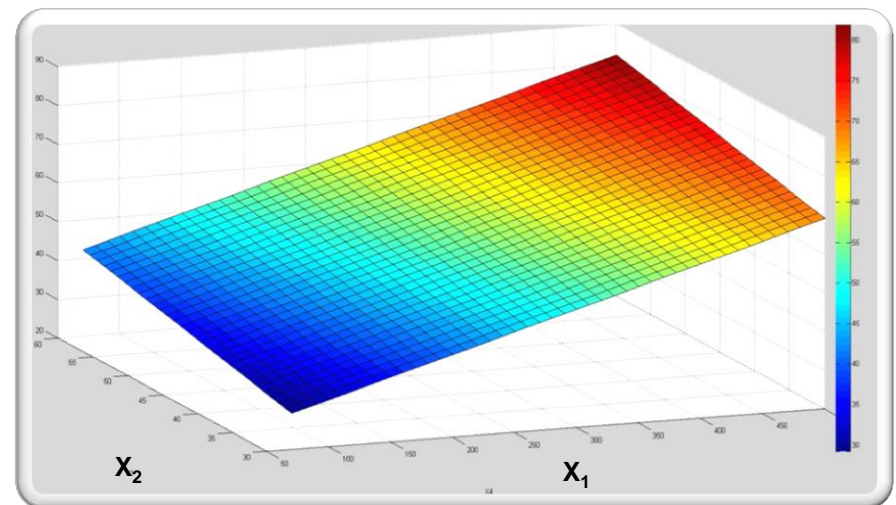
$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \beta_3 X_{3j} + Z_j, \quad j = 1, \dots, 10$$

Для построения линейной регрессионной модели использовались 3 набора статистических данных за 2008-2017 года:

1. Объемы жилищного строительства (в млн. м²) – фактор Y (исследуемый показатель)
2. Производство: портландцемент, цемент глиноземистый, цемент шлаковый и аналогичные цементы гидравлические, млн. т. – фактор X_1
3. Инвестиции в основной капитал в РФ по виду экономической деятельности строительство (в млрд. руб.) – фактор X_2

Полученная линейная регрессионная модель (в нормированных переменных) имеет вид:

$$Y = 9.76 + 0.433 X_1 + 0.0925 X_2$$



Прогноз достижения целевых показателей строительной отрасли.

3.3. Прогнозы

На основании построенной математической модели были выполнены три варианта прогноза

Вид прогноза	Прогноз объемов жилищного строительства, млн. м ² на 2024 год
Пессимистичный прогноз – при условии неблагоприятного развития событий, когда факторы X_1 и X_2 принимаются минимальными	82,25
Линейный прогноз – в условиях, когда фактор Y продолжает развиваться в том же темпе (реалистичный прогноз изменения факторов X_1 и X_2)	100,36
Оптимистичный прогноз – наилучший вариант развития событий, когда факторы X_1 и X_2 принимаются максимальными.	118,47





**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ**