

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 98–103.

Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 98–103.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 535.3:53.06

DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-98-103

## Дифференцированное нормирование инсоляции в Арктической зоне России

**Шмаров Игорь Александрович** (Москва). Кандидат технических наук. Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН. Эл. почта: shmarovigor@yandex.ru

**Земцов Владимир Викторович** (Москва). Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН. Эл. почта: zemcov-v@yandex.ru

**Сладкова Юлия Николаевна** (Санкт-Петербург). Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья. Эл. почта: j.sladkova@s.znc.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются особенности инсоляционного режима Арктической зоны России и обосновывается необходимость разработки дифференцированных нормативных требований к инсоляции в зависимости от географического положения и климатических условий арктических подзон. Показано, что действующие нормативные документы ориентированы преимущественно на условия умеренных широт и не учитывают специфические особенности Арктики: экстремально низкие высоты солнца, сезонную неравномерность солнечной радиации, наличие полярного дня и полярной ночи, а также повышенное влияние отражённой радиации от снежного покрова.

Предлагается разделение арктической территории на северный, центральный и южный районы с учётом широтного положения и характеристик солнечного климата. Для каждой зоны рассматриваются особенности инсоляционного режима и формулируются предложения по корректировке нормативной продолжительности инсоляции жилых и общественных помещений.

Разработанный подход позволяет повысить качество световой среды, достоверность оценки светового режима зданий, обеспечить более рациональное проектирование светопрозрачных конструкций и солнцезащитных устройств, а также повысить энергетическую эффективность зданий в условиях Арктики.

*Ключевые слова:* Арктика, инсоляция, Арктическая зона РФ, солнечная радиация, нормирование инсоляции, световой климат, энергоэффективность, высокие широты

*Для цитирования.* Шмаров И.А., Земцов В.В., Сладкова Ю.Н. Дифференцированное нормирование инсоляции в Арктической зоне России // Academia. Архитектура и строительство. 2026. № 3. С. 98–103. DOI: 10.22337/2077-9038-2026-3-98-103.

## Differentiated regulation of insolation in the Arctic zone of Russia

**Shmarov Igor A. (Moscow).** Candidate of Sciences in Technology. Scientific-Research Institute of Building Physics of the Russian Academy architecture and construction sciences. E-mail: shmarovigor@yandex.ru

**Zemtsov Vladimir V. (Moscow).** Scientific-Research Institute of Building Physics of the Russian Academy architecture and construction sciences. E-mail: zemcov-v@yandex.ru

**Sladkova Yulia N.** (Saint Petersburg), North-West Public Health Research Center. E-mail: j.sladkova@s.znc.ru

**Abstract.** The article examines the features of the insolation regime in the Arctic zone of Russia and substantiates the need to develop differentiated regulatory requirements for insolation depending on the geographical location and climatic conditions of the Arctic subzones. It is shown that the current regulatory documents are mainly focused on the conditions of temperate latitudes and do not take into account the specific features of the Arctic: extremely low altitudes of the sun, seasonal unevenness of solar radiation, the presence of a polar day and a polar night, as well as the increased influence of reflected radiation from the snow cover.

It is proposed to divide the Arctic territory into northern, central and southern subzones, taking into account the latitude position and characteristics of the solar climate. For each subzone, the features of the insolation regime are considered and proposals are formulated to adjust the standard duration of the insolation of residential and public premises.

The developed approach makes it possible to increase the reliability of the assessment of the light regime of buildings, to ensure a more rational design of translucent structures and sun protection devices, as well as to increase the energy efficiency of buildings in Arctic conditions.

**Keywords:** Arctic, insolation, Arctic zone of the Russian Federation, solar radiation, rationing of insolation, light climate, energy efficiency, high latitudes

**For citation.** Shmarov I.A., Zemtsov V.V., Sladkova Yu.N. Differentiated regulation of insolation in the Arctic zone of Russia. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2026, no. 3, pp. 98–103, doi: 10.22337/2077-9038-2026-3-98-103.

## Введение

Инсоляция и естественное освещение являются значимыми факторами, формирующими световую среду помещений жилых и общественных зданий. В России необходимость соблюдения норм по инсоляции закреплена законодательно<sup>1</sup>. Результаты расчётов продолжительности инсоляции и коэффициента естественной освещённости, согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87<sup>2</sup>, являются обязательным разделом проектной документации. Действующие в настоящее время санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21<sup>3</sup> устанавливают гигиенические нормативы продолжительности инсоляции на определённые календарные периоды с учётом географической широты местности. Для Северной зоны (севернее 58° с. ш.) установлен единый гигиенический норматив – не менее 2,5 часов в день с 22 апреля по 22 августа. При соблюдении определённых условий допускается прерывистость продолжительности инсоляции, а также снижение продолжительности инсоляции на 0,5 часа для северной и центральной зон.

Согласно документу Европейской экономической комиссии Организации Объединённых Наций «Компендиум ЕЭК,

включающий образцы положений для строительных правил»<sup>4</sup>, проникновение солнечной радиации в жилые помещения считается полезным для здоровья и психологического состояния человека. Однако отмечается, что при современном уровне знаний точное определение потребностей человека в инсоляции жилых помещений невозможно, поэтому соответствующие положения национальных строительных норм и правил разрабатываются исключительно на основе накопленного к настоящему времени опыта практического планирования жилых территорий.

Арктическая зона России характеризуется уникальными природно-климатическими условиями, существенно отличающимися от условий умеренных широт, для которых, в основном, разрабатывались действующие нормативные требования по инсоляции и естественному освещению зданий.

В высоких широтах наблюдаются:

- малые углы высоты солнца;
- сезонная неравномерность солнечной радиации;
- полярный день и полярная ночь;
- высокая продолжительность периода сумерек;

<sup>1</sup> Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 23) (<http://www.kremlin.ru/acts/bank/13636>); «Жилищный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ст. 15) (<http://www.kremlin.ru/acts/bank/21918>); Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (ст. 10) (<http://www.kremlin.ru/acts/bank/30476>).

<sup>2</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (<https://docs.cntd.ru/document/902087949>); Постановление Правительства Российской Федерации от 27.05.2022 № 963 «О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации» (<https://docs.cntd.ru/document/350528778>).

<sup>3</sup> СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (<https://clck.ru/3VFSjM>).

<sup>4</sup> Компендиум ЕЭК, включающий образцы положений для строительных правил (ECE COMPENDIUM OF MODEL PROVISIONS FOR BUILDING REGULATIONS. ECE/HBP/81/Rev. 1, 1996).

- повышенное альbedo снежного покрова;
- преобладание рассеянной радиации.

Указанные факторы оказывают существенное влияние на инсоляционный режим зданий [1; 2] и условия формирования естественного освещения помещений.

Существующие нормативы инсоляции [3] не учитывают в полной мере специфику арктического региона, вследствие чего применение единых нормативных требований для различных широтных зон может приводить:

- к высоким требованиям в северных районах;
- к снижению энергоэффективности зданий;
- к ухудшению светового и теплового режима помещений;
- к нерациональному проектированию светопрозрачных конструкций.

В связи с этим актуальной задачей является разработка обоснованного подхода к дифференцированному нормированию инсоляции для различных подзон Арктики.

#### Анализ существующих нормативных подходов

В действующих нормативных документах оценка инсоляции осуществляется по продолжительности прямого солнечного облучения помещений и территорий.

Основными недостатками существующего подхода применительно к Арктике являются:

- 1) ориентация на климатические условия средней полосы;
- 2) отсутствие учёта низких высот солнца;
- 3) отсутствие учёта полярных режимов освещения;
- 4) отсутствие широтных различий нормативов;
- 5) недостаточный учёт отражённой солнечной радиации.

#### Предложения по дифференцированному нормированию инсоляции

Предлагается переход от единых нормативных требований к системе нормирования, учитывающей:

- географическую широту;
- продолжительность светового дня;
- климатические характеристики;
- уровень солнечной радиации;
- сезонность солнечного режима.

Продолжительность инсоляции определяется географической широтой местности, а также астрономическими параметрами движения [4–6] и высоты стояния солнца –  $h_o$ :

$$h_o = 90^\circ - \varphi + \delta, \quad (1)$$

где  $\varphi$  – географическая широта;  $\delta$  – склонение солнца.

При увеличении широты значение высоты стояния солнца уменьшается.

Даже в летний период в Арктике солнце располагается относительно низко над горизонтом и приводит к увеличению

длины теней и снижению интенсивности прямой солнечной радиации.

Дифференцированное нормирование позволит:

- повысить качество световой среды;
- оптимизировать площади светопрозрачных конструкций;
- уменьшить теплопотери через остекление;
- повысить энергетическую эффективность зданий;
- снизить перегрев помещений в летний период.

При этом фактический световой режим арктических территорий существенно различается даже внутри самой Арктической зоны России.

В качестве одного из критериев может использоваться годовая инсоляционная обеспеченность. Так, авторы статьи [7] приводят данные, что самый длинный период инсоляции в Арктике наблюдается в Чукотском автономном округе – около 2000 часов в год, а наиболее короткий в Ненецком автономном округе, Мурманской области и Республики Коми – 1400 часов в год (рис. 1).

Этот критерий можно использовать как основу для перехода от «жёсткой» – нормируемой – продолжительности инсоляции к климатически адаптированному нормированию, учитывающему реальные ресурсы солнечного света конкретного региона Арктики.

Сейчас действующее нормирование, в основном, опирается на фиксированную продолжительность инсоляции (одинаковые требования для очень разных широтных условий севернее  $58^\circ$  с. ш.), но для Арктики это не всегда подходит, потому что годовой инсоляционный ресурс различается, продолжительность светового периода, и инсоляция по сезонам распределяется неодинаково.

Поэтому показатель годовой инсоляционной обеспеченности можно использовать как климатическую базу для адаптации нормативов.

Можно ввести коэффициент обеспеченности территории солнечным ресурсом:

$$k_{cp} = I_p / I_{он}, \quad (2)$$

где  $I_p$  – годовая инсоляция региона;  $I_{он}$  – базовое нормативное значение.



Рис. 1<sup>5</sup>. Карта продолжительности солнечного сияния в год (часы)

<sup>5</sup> Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.

Пример:

Если продолжительность солнечного сияния (см. рис. 1): Чукотка  $\approx 2000$  ч/год как базовое значение региона, а Мурманская область  $\approx 1400$  ч/год.

Тогда: для Чукотки по формуле (2):

$$k_{cp} = \frac{2000}{2000} = 1$$

для Мурманской области:

$$k_{cp} = \frac{1400}{2000} = 0,7$$

Коэффициент обеспеченности территории солнечным ресурсом позволяет корректировать требования к инсоляции в зависимости от территории: в районах с низкой годовой инсоляцией уменьшать минимальную нормативную продолжительность, а в районах с высоким солнечным ресурсом сохранять более высокие требования.

Наиболее рациональным критерием является широтное деление территории [8] (рис. 2 и 3).

Для целей нормирования предлагается разделение Арктической зоны на три района.

Южный район Арктической зоны включает территории – от 66° до 72° северной широты.

К данному району относятся:

- Мурманская область;
- Нарьян-Мар;
- южные районы ЯНАО (город Губкинский, город Мурав-  
но, город Надым, город Новый Уренгой, город Ноябрьск);
- посёлок городского типа Тикси (см. рис. 3, 4)
- север Архангельской области.

Для южной Арктики характерны сравнительно мягкие арктические условия, наличие выраженной сезонности, сравнительно высокая облачность, умеренная продолжительность полярного дня и ночи (либо отсутствует, либо имеет небольшую продолжительность).

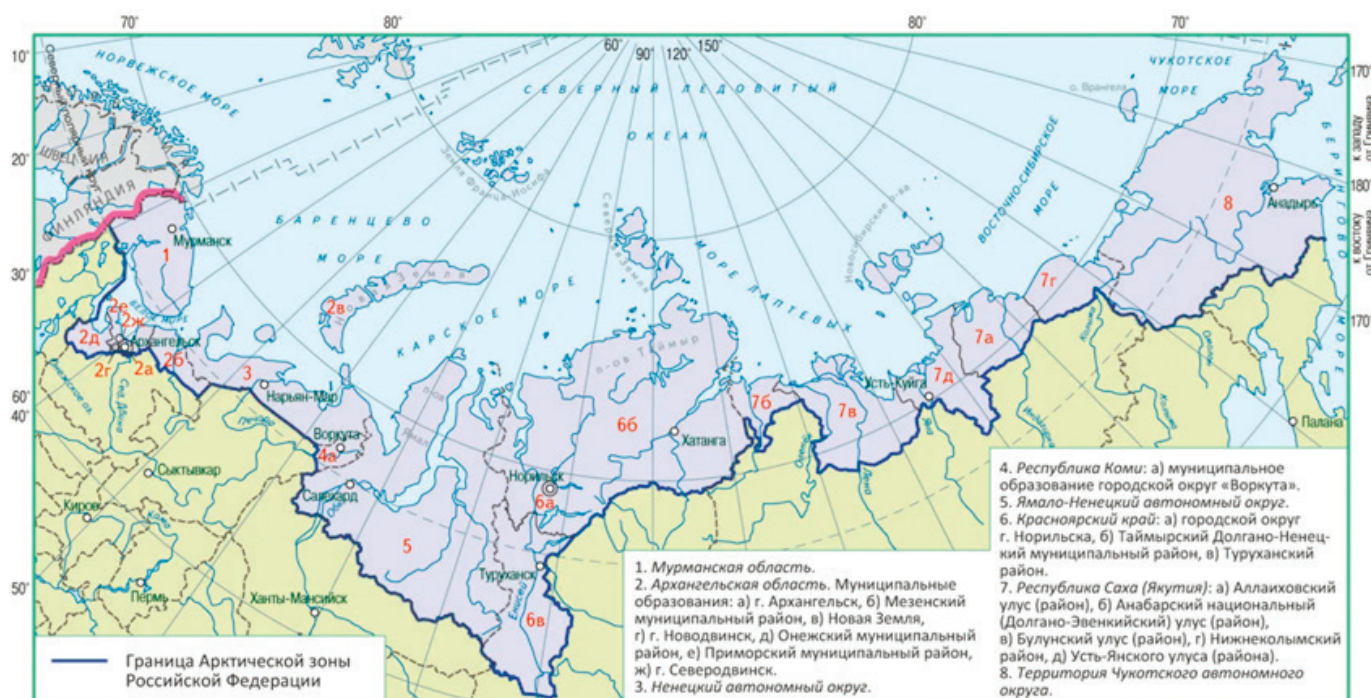


Рис. 2. Арктические зоны Российской Федерации



Рис. 3. Города Российской Федерации за полярным кругом



Рис. 4. Посёлок городского типа Тикси. Республика Саха (Якутия)

Особенности солнечного режима: летом наблюдается значительная продолжительность светового дня, а высота солнца выше, чем в центральной и северной Арктике, но зимой сохраняется дефицит солнечного света.

Максимальная высота солнца летом ( $\delta = 23,5^\circ$ ) определяется по формуле (1):

При широте  $68^\circ$ :

$$h_o = 90^\circ - 68^\circ + 23,5^\circ = 45,5^\circ$$

Это обеспечивает сравнительно благоприятные условия инсоляции [1; 7–9].

Центральный район Арктической зоны включает территории от  $72^\circ$  до  $78^\circ$  северной широты.

К центральному району Арктической зоны относятся:

- север Ямало-Ненецкого автономного округа;
- полуостров Таймыр;
- посёлок городского типа Диксон (см. рис. 3, 5);
- арктические побережья.

Для центрального района Арктической зоны характерны крайне низкие температуры, сильные ветра, продолжительная полярная ночь, длительный полярный день.

Высота солнца в данной зоне существенно уменьшается. Например, при широте  $75^\circ$  согласно формуле (1):

$$h_o = 90^\circ - 75^\circ + 23,5^\circ = 38,5^\circ$$

Зимой солнце длительное время отсутствует над горизонтом, а требования по длительности прямой инсоляции становятся трудно реализуемыми при ориентировании на умеренные широты, если не учитывать полярные особенности. В результате выполнение установленного требования по инсоляции не всегда обеспечивает комфортную световую среду [1; 7–9].

Северный район Арктической зоны включает территории севернее  $78^\circ$  северной широты.

К северному району Арктической зоны относятся:

- Земля Франца-Иосифа (рис. 6);
- Северная Земля;
- север Новой Земли;
- высокоширотные острова.

Для северной Арктики характерны многомесячная полярная ночь, крайне низкая высота солнца и минимальное поступление солнечной энергии. Даже летом солнечные лучи падают под малым углом. Основным источником естественного света становится рассеянный свет и отражённая солнечная радиация. Прямая инсоляция играет очень ограниченную роль, и нормирование только по продолжительности инсоляции становится нецелесообразным, потому что обеспечить нормативную инсоляцию невозможно по объективным природным причинам [1; 7–9].

Предлагаемое деление Арктики на районы может стать основой для разработки специализированных нормативных

требований, учитывающих особенности высокоширотного солнечного режима.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка математических моделей комплексной оценки инсоляции и естественного освещения с учётом отражённой радиации, облачности и параметров городской застройки.

### Выводы

Проведённый анализ показывает, что существующие подходы к оценке инсоляции недостаточно адаптированы к условиям Арктической зоны России.

Научно обоснованное дифференцированное нормирование инсоляции, ориентированное на районы Арктической зоны, позволит учитывать реальные условия солнечного климата; повышать качество световой среды помещений; улучшать энергоэффективность зданий:

- для южного района Арктической зоны целесообразно сохранение традиционных требований с учётом сезонной адаптации;
- для центрального района Арктической зоны рекоменду-



Рис. 5. Посёлок городского типа Диксон. Красноярский край



Рис. 6. Здание «Арктический трилистник». Остров Земля Александры в архипелаге Земля Франца-Иосифа

ется комбинированная система, учитывающая как инсоляцию, так и показатели светового комфорта;

– для северного района Арктической зоны наиболее рациональным является переход к комплексному нормированию световой среды с акцентом на динамическое освещение и компенсацию дефицита естественного света.

#### Список источников / Reference

1. Александров, В.Н. К вопросу об инсоляции и УФ-климате жилищ на Крайнем Севере / В.Н. Александров, А.И. Александрова // Гигиена и санитария. 1976. URL: <https://clck.ru/3VFUHy> (дата обращения 15.07.2026).

Alexandrov V.Y., Alexandrova A.I. The Problem of Insolation Ultraviolet Climate in Dwellings of Extreme North. In: *Gigiena i Sanitariya*, 1976. URL: <https://clck.ru/3VFUHy> (Accessed 07/15/2026). (In Russ., abstr.in Engl.)

2. Смутьский, И.И. Эволюция инсоляции в эквивалентных широтах в Арктике и Антарктике / И.И. Смутьский, А.А. Иванова. EDN: YRHEVF // Theory and Methods of Polar Science : Proceedings of International youth scientific conference on the polar geodesy, glaciology, hydrology and geophysics. Санкт-Петербург, 17–19 мая 2018 года / eds. Popov S.V., Gavrilkina S.A., Pryakhina G.V. Санкт-Петербург : BBM, 2018. С. 114–123. URL: <https://clck.ru/3VFUku> (дата обращения 15.07.2026).

Smul'skiy I.I., Ivanova A.A. Evolution of Insolation at Equivalent Latitudes in the Arctic and Antarctic In Popov S.V., Gavrilkina S.A., Pryakhina G.V. (eds.): *Theory and Methods of Polar Science*, Proceedings of International youth scientific conference on the polar geodesy, glaciology, hydrology and geophysics. St. Petersburg, May 17–19, 2018. St. Petersburg, BBM Publ., 2018, pp. 114–123. URL: <https://clck.ru/3VFUku> (Accessed 07/15/2026). (In Russ.)

3. Проектирование жилых зданий с учётом требований инсоляции российских и европейских норм / И.А. Шмаров, В.В. Земцов, Ю.Н. Сладкова, Ю.Б. Поповский. DOI 10.31659/0044-4472-2025-8-3-10. EDN: JHGFYQ // Жилищное строительство. 2025. № 8. С. 3–10.

Shmarov I.A., Zemtsov V.V., Sladkova Yu.N., Popovskiy Yu.B. Residential Buildings Design in View of Insolation Requirements by Russian and European Standards. In: *Housing Construction*, 2025, no. 8, pp. 3–10. DOI 10.31659/0044-4472-2025-8-3-10. EDN: JHGFYQ. (In Russ., abstr.in Engl.)

4. Соловьёв, А.К. Физика среды / А.К. Соловьёв. М. : АСВ, 2011. 352 с.

Soloviev A.K. Physics of the Environment. Moscow, ASV Publ., 2011. 352 p.

5. Гусев, Н.М. Основы строительной физики : Учебник для вузов / Н.М. Гусев. М. : Стройиздат, 1975. 440 с.

Gusev N.M. Fundamentals of Building Physics. Moscow, Stroyizdat Publ., 1975, 440 p.

6. Космические регуляторы климата Земли / Г.А. Аванесов, Б.С. Жуков, М.В. Михайлов, Б.Г. Шерстюков. DOI 10.31857/S0320930X23060014. EDN: DBABWW // Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы. 2023. Т. 57, № 6. С. 521–531.

Avanesov G.A., Zhukov B.S., Mikhailov M.V., Sherstyukov B.G. Cosmic Regulators of the Earth's Climate. In: *Astronomicheskii Vestnik. Issledovaniya Solnechnoi Sistemy*, 2023, Vol. 57, no. 6, pp. 521–531. (In Russ., abstr.in Engl.)

7. Губина, О.В. Оценка последствий изменения климата и обоснование потребности в адаптации к ним в регионах Российской Арктики / О.В. Губина, А.А. Проворова. DOI:10.37614/2220-802X.4.2025.90.002 // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 4. С. 23–40.

Gubina O.V., Provorova A.A. Assessing Climate Change Impacts and the Need for Adaptation in Russia's Arctic Regions. In: *The North and the Market: Forming the Economic Order*, 2025, no. 4, pp. 23–40. DOI:10.37614/2220-802X.4.2025.90.002 (In Russ., abstr.in Engl.)

8. Жуков, М.А. Проблемы совершенствования состава Арктической зоны Российской Федерации / М.А. Жуков, В.Н. Крайнов, В.М. Телеснина // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера : Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2016. № 4. С. 80–89. URL: <https://clck.ru/3VFVd6> (дата обращения 15.07.2026).

M.A. Zhukov, V.N. Kraynov, V.M. Teles. Problems of Improving the Composition of the Russian Arctic. In: *Corporate Governance and Innovative Economic Development of the North. Bulletin of Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University*, 2016, no. 4, pp. 80–89. URL: <https://clck.ru/3VFVd6> (Accessed 07/15/2026). (In Russ., abstr.in Engl.)

9. Шерстюков, Б.Г. Климатические условия Арктики и новые подходы к прогнозу изменения климата / Шерстюков Б.Г. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.24.39 // Арктика и Север. 2016. № 24. С. 39–67 (дата обращения 15.07.2026).

Sherstyukov B.G. The Climatic Conditions of the Arctic and New Approaches to the Forecast of the Climate Change. In: *Arctic and North*, 2016, no. 24, pp. 39–67 DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.24.39. URL: <https://clck.ru/3VFVnv> (Accessed 07/15/2026). (In Russ., abstr.in Engl.)