

# **Теоретико-методические основы учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем**

## **Theoretical and methodological foundations for taking into account the influence of meteorological factors on the safety and efficiency of functioning of managed complex organizational and technical systems**

УДК 551.509

Получено: 19.11.2023

Одобрено: 02.11.2023

Опубликовано: 25.12.2023

### **Тебекин А.В.**

д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, заведующий кафедрой управления и информационных технологий ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов», профессор Высшей школы культурной политики и управления в гуманитарной сфере Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, профессор кафедры промышленного менеджмента Национального исследовательского технологического университета МИСИС,  
e-mail: Tebekin@gmail.com

### **Tebekin A.V.**

Doctor of Technical Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor, Honorary Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Head of the Department of Management and Information Technologies of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Institute for Advanced Training of Managers and Specialists", Professor of the Higher School of Cultural Policy and Management in the Humanitarian Sphere of Moscow State University. M.V. Lomonosov, Professor of the Department of Industrial Management of the National Research Technological University MISIS,  
e-mail: Tebekin@gmail.com

### **Маленкин Ю.В.**

Аспирант кафедры управления и информационных технологий ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов»

### **Malenkin Yu.V.**

Postgraduate student of the Department of Management and Information Technologies of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Institute for Advanced Training of Managers and Specialists"

### **Аннотация**

Актуальность представленного исследования определяется тем, что формирование и реализация проектов и программ развития национальной транспортной инфраструктуры должны осуществляться с учетом происходящих и ожидаемых климатических изменений. Необходимость учета происходящих и ожидаемых климатических

изменений при развитии объектов инфраструктуры (в том числе при развитии национальной транспортной инфраструктуры) требует адекватного развития теоретико-методических основы учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования объектов инфраструктуры, что и предопределило выбор темы исследования. Целью представленных исследований является определение тенденций развития теоретико-методических основы учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем. Новизна полученных результатов заключается в определении основных направлений развития теоретико-методических основы учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем. Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности использования полученных рекомендаций при принятии решений по вопросам развития национальной транспортной инфраструктуры в части учета происходящих и ожидаемых климатических изменений.

**Ключевые слова:** теоретические основы, учет влияния, метеорологические факторы, безопасность и эффективность, функционирование, управляемые сложные организационно-технические системы.

### **Abstract**

The relevance of the presented research is determined by the fact that the formation and implementation of projects and programs for the development of national transport infrastructure should be carried out taking into account ongoing and expected climate changes. The need to take into account ongoing and expected climate changes in the development of infrastructure facilities (including the development of national transport infrastructure) requires adequate development of the theoretical and methodological basis for taking into account the influence of meteorological factors on the safety and efficiency of functioning of infrastructure facilities, which predetermined the choice of research topic. The purpose of the presented research is to determine trends in the development of the theoretical basis for taking into account the influence of meteorological factors on the safety and efficiency of functioning of managed organizational and technical systems. The novelty of the results obtained lies in determining the main directions of development of the theoretical and methodological basis for taking into account the influence of meteorological factors on the safety and efficiency of the functioning of controlled complex organizational and technical systems. The practical significance of the results obtained lies in the possibility of using the received recommendations when making decisions on the development of national transport infrastructure in terms of taking into account ongoing and expected climate changes.

**Keywords:** theoretical foundations, impact accounting, meteorological factors, safety and efficiency, operation, controlled complex organizational and technical systems.

### **Введение**

Происходящие в мировом хозяйственном пространстве геополитэкономические изменения требуют радикальной трансформации и национального хозяйства [23].

На необходимость серьезной трансформации отечественной экономики сегодня обращают внимание не только представители научного сообщества, например [3], но и представители государственной власти, например [21].

В комплексе проблем радикальной трансформации национальной экономики принципиальное значение имеет решение проблемы развития транспортной инфраструктуры.

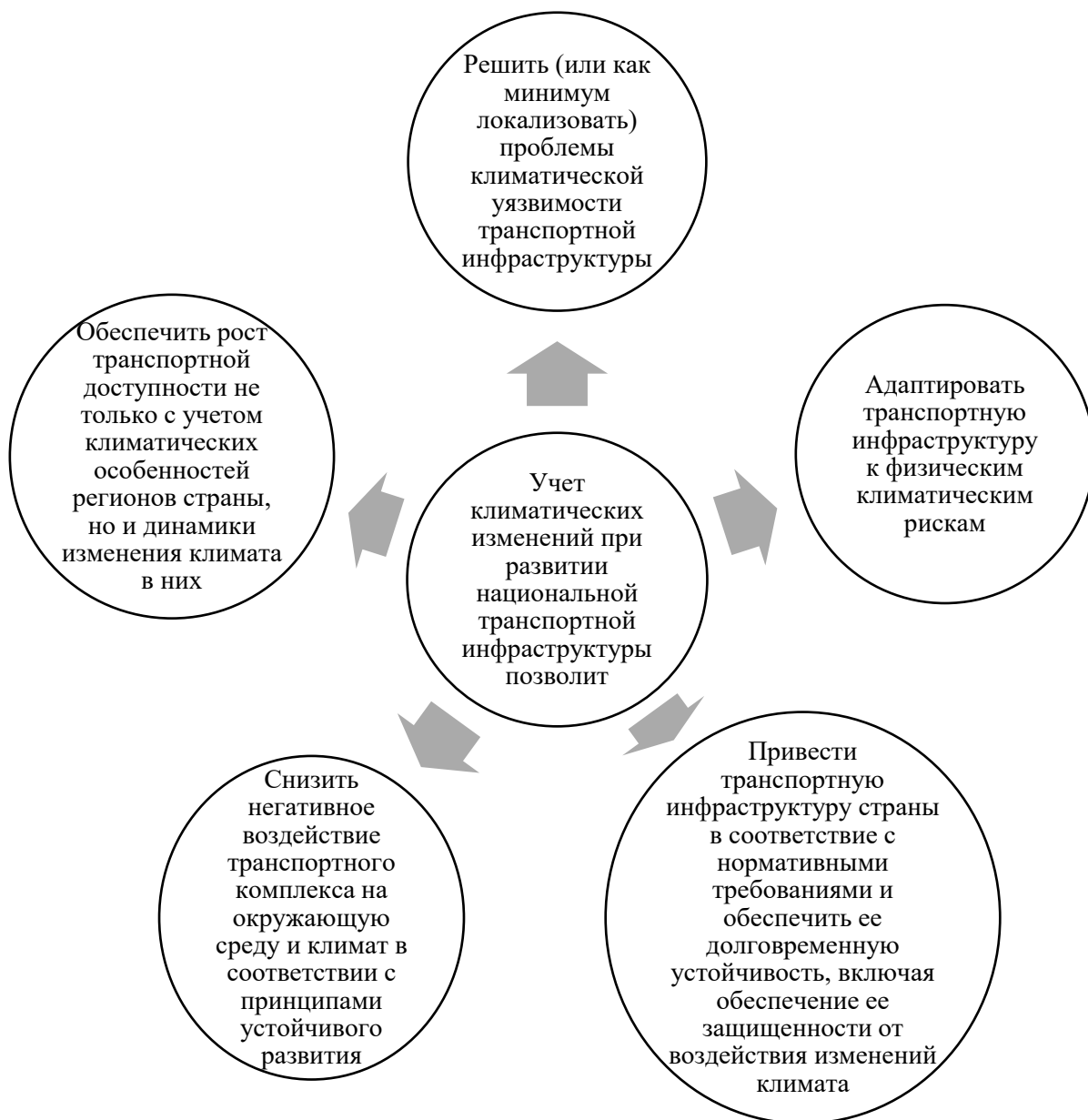
Причем это касается и традиционно слабо развитой транспортной инфраструктуры для внутренних перевозок, так и формируемых в условиях санкций международных транспортных коридоров новой направленности [12].

В соответствии с транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. [18], в стране реализацию долгосрочных целей развития транспортной системы, представленных на рис. 1.



**Рис. 1.** Долгосрочные цели развития транспортной системы до 2030 г. и на прогнозный период до 2035 г. [18]

Очевидно, что достижение указанных целей (рис. 1) требует адекватного учета ожидаемых климатических изменений в различных регионах страны с учетом глобальной климатической повестки [13] (рис. 2).



**Рис. 2.** Ожидаемые результаты учета климатических изменений при развитии национальной транспортной инфраструктуры [13]

В соответствии с ранее разработанным алгоритмом исследований, обеспечивающий учет климатических изменений при развитии национальной транспортной инфраструктуры [13] (рис. 3) на первом этапе необходимо рассмотреть теоретические основы учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых организационно-технических систем, что и предопределило выбор темы исследований.

### **Цель исследования**

Таким образом, целью представленных исследований является определение тенденций развития теоретико-методических основы учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем.

### **Методическая база исследований**

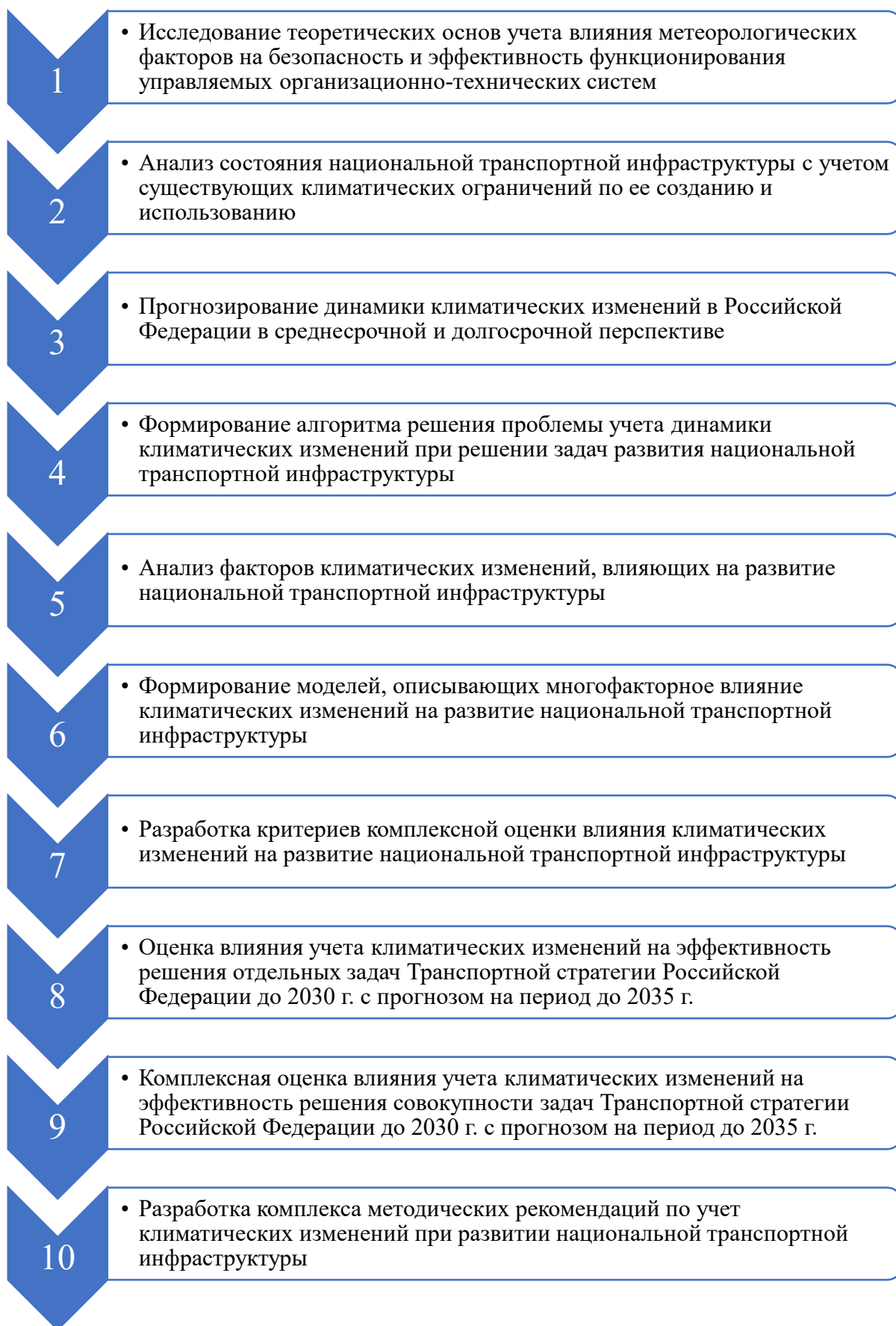
Методическую основу исследований составили научные труды, посвященные изучению теоретических основ учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых организационно-технических систем таких авторов как Ахтямов Р.Г. [1], Бедрицкий А.И. [2], Воронцова С.Д. [4], Гашо Е. [16], Долгушев Т.В. [5], Капский Д.В. [7], Керимов А.К., Марченко М.Н., Модин И.Н. [8], Клясова А.А., Магарас Ю.И., Добринский А.В. [9], Козлов В.Т., Скрынников А.В., Абасов М.А., Никитин В.В., Самцов В.В. [10], Кузнецов И.Е., Мельников А.В., Рогозин Е.А., Страшко О.В. [11], Матвеев М.Г., Михайлов В.В. [14], Мачерет Д.А., Ледней А.Ю. [15], Романенко А.И. [20], Токарева Г.Р., Санжапов Р.Р., Савенков М.В., Ильин Д.А. [29], Трофименко Ю.В. [30], Якубович А.Н., Якубович И.А. [32] и др., а также законодательные, информационно-аналитические и методические материалы по теме исследования [6,17-19,31] и др.

Методическую основу исследований также составили авторские наработки по рассматриваемой проблематике [13, 22-28] и др.

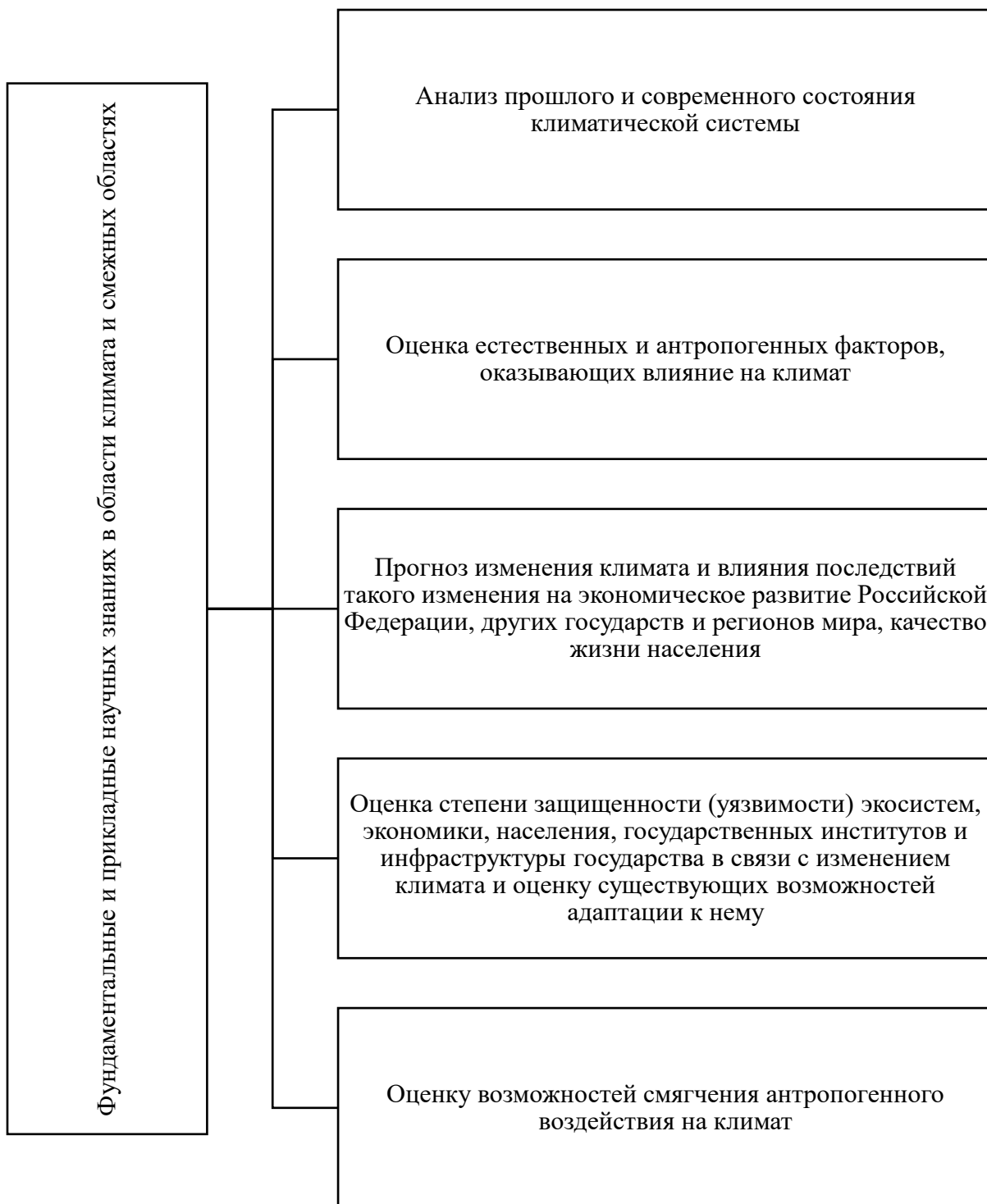
### **Основные результаты исследований**

В интересах поиска рациональных путей развития национальной транспортной инфраструктуры с учетом ожидаемых климатических изменений на основе среднесрочных и долгосрочных прогнозных оценок их динамики в данном исследовании были выделены вопросы развития теоретико-методических положений, связанных с учетом влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых организационно-технических систем.

Необходимо отметить, что теоретико-методические положения, связанные с учетом влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых организационно-технических систем должны основываться на фундаментальных и прикладных научных знаниях в области климата и смежных областях, определенных, в частности, в Климатической доктрине Российской Федерации [31] (рис. 4).



**Рис. 3.** Разработанный алгоритм исследований, обеспечивающий учет климатических изменений при развитии национальной транспортной инфраструктуры [13].



**Рис. 4.** Фундаментальные и прикладные научные знания в области климата и смежных областях, на которых базируется Климатическая доктрина Российской Федерации [31].

Во исполнение основных задач реализации климатической политики Российской Федерации (рис. 5) [31] в данном рассмотрении основной акцент был сделан на «усиление научно-технического и технологического потенциала» [31] в вопросах учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем в интересах «обеспечения полноты и достоверности информации о состоянии климата, антропогенном и ином воздействии на климат, его происходящем и будущем изменении и последствиях такого изменения» [31].

При оценке влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем с теоретико-методических позиций обратимся к классическим методам учета влияния климатических факторов (влажность, давление, температура и т.д.) на работоспособность сложных систем, включая планы полного и дробного факторного эксперимента, а также центральные композиционные планы - ортогональные и ротатабельные (рис. 6).

Учитывая ускорение темпов роста климатических изменений, при оценке влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем с теоретико-методических позиций необходимо отметить, следующее.

Во-первых, с течением времени ( $t$ ) следует ожидать увеличение воздействующих на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем факторов ( $m$ ) антропогенной и не антропогенной природы, что само по себе увеличит количество экспериментов ( $N(t+1) > N(t)$ ), которые должны учитываться при прогнозировании процессов эксплуатации объектов национальной транспортной инфраструктуры.

Во-вторых, с учетом усложнения характера воздействия факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем при изменении климатических условий очевидно изменится пропорция между ПФЭ и ДФЭ в пользу первых.

В-третьих, с течением времени ( $t$ ) следует ожидать расширение диапазона значений каждого  $j$ -го из воздействующих на управляемую сложную организационно-техническую систему факторов  $\Delta X_j(t) \subset (X_{j \min}(t) \dots X_{j \max}(t))$ , согласно которому  $\Delta X_j(t+1) > \Delta X_j(t)$ .

В-четвертых, учитывая нелинейный характер воздействия метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем, следует ожидать увеличение числа учитываемых уровней воздействия факторов ( $U(t+1) > U(t)$ ) при реализации планов экспериментов ПФЭ, ДФЭ, ОЦКП, РЦКП и др.

В-пятых, очевидно, что при увеличении числа факторов ( $m$ ), воздействующих на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем, увеличатся и значения «звездных плеч», учитываемых при реализации ОЦКП и РЦКП.

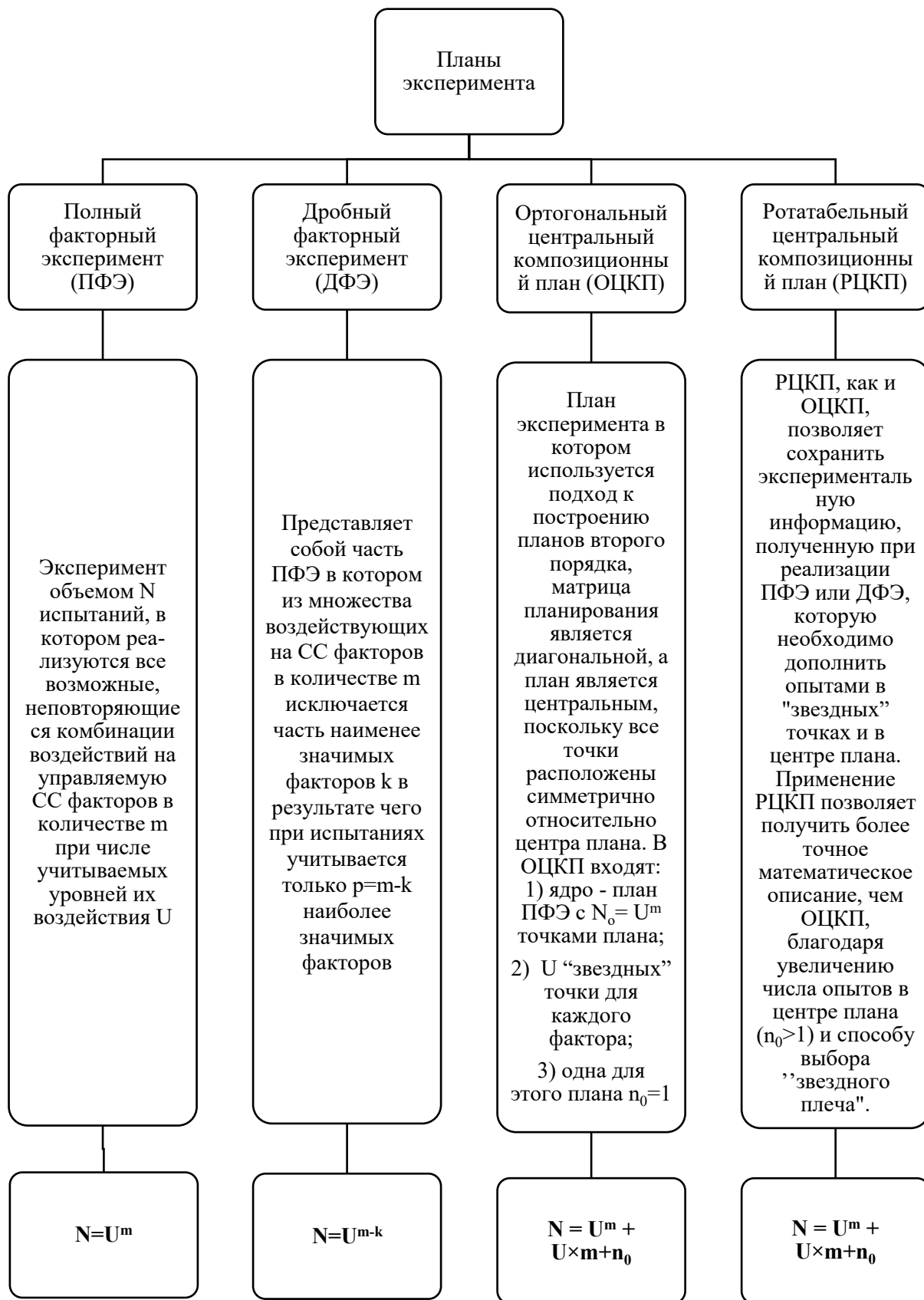
В-шестых, с учетом усложнения характера воздействия факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем при изменении климатических условий следует ожидать увеличению числа опытов в центре плана при реализации ОЦКП ( $n_0(t+1) > n_0(t)$ ).

В-седьмых, с учетом усложнения характера воздействия факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем при изменении климатических условий очевидно изменится пропорция между ОЦКП и РЦКП в пользу последних.





**Рис. 5.** Основные задачи реализации климатической политики Российской Федерации [31]



**Рис. 6.** Классические методы учета влияния климатических факторов на работоспособность сложных систем (СС)

## **Обсуждение результатов и выводы**

Таким образом, проведенные исследования тенденций развития теоретико-методических основы учета влияния метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем в части развития национальной транспортной инфраструктуры, проведенные с учетом основных задач реализации климатической политики Российской Федерации, позволили сделать следующие выводы:

- с течением времени следует ожидать увеличение воздействующих на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем факторов антропогенной и не антропогенной природы, что само по себе увеличит количество экспериментов, которые должны учитываться при прогнозировании процессов эксплуатации объектов национальной транспортной инфраструктуры.

- с учетом усложнения характера воздействия факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем при изменении климатических условий очевидно изменится пропорция между ПФЭ и ДФЭ в пользу первых, а также пропорция между ОЦКП и РЦКП в пользу последних,

- с течением времени следует ожидать расширение диапазона значений каждого из воздействующих на управляемую сложную организационно-техническую систему факторов,

- учитывая нелинейный характер воздействия метеорологических факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем, следует ожидать увеличение числа учитываемых уровней воздействия факторов при реализации планов экспериментов ПФЭ, ДФЭ, ОЦКП, РЦКП и др.,

- при увеличении числа факторов, воздействующих на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем, увеличатся и значения «звездных плеч», учитываемых при реализации ОЦКП и РЦКП,

- с учетом усложнения характера воздействия факторов на безопасность и эффективность функционирования управляемых сложных организационно-технических систем при изменении климатических условий следует ожидать увеличению числа опытов в центре плана при реализации.

Представляется, что сформулированные рекомендации могут быть использованы при принятии решений по вопросам развития национальной транспортной инфраструктуры в части учета происходящих и ожидаемых климатических изменений.

## **Литература**

1. Ахтямов Р.Г. Разработка подходов к адаптации транспортной инфраструктуры к климатическим изменениям // Инновационные транспортные системы и технологии. - 2023. - Т. 9. - №1. - С. 34-43.
2. Бедрицкий А.И. Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации и климатические аспекты экологической и гидрометеорологической безопасности. // Энергетическая политика. 2018. №4, с.3-10.
3. Буклемишев О.В. «Структурная трансформация» российской экономики и экономическая политика // Проблемы прогнозирования. 2023. № 4 (199). С. 42-53.
4. Воронцова С.Д. Влияние климатических изменений на транспортную инфраструктуру в Арктической зоне и на территориях распространения вечной мерзлоты. // Транспорт Российской Федерации. 2017, №4, с.33-39.
5. Долгушев Т.В. Влияние климатических изменений на реализацию строительных проектов транспортной инфраструктуры в Арктике. // Инженерный вестник Дона.

- 2022, №6. <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7729> (дата обращения 01.12.2023)
6. Дробжева Я. В., Винокурова Е. В., Волобуева О. В. Метеорологическое обеспечение отдельных отраслей экономики: Учебное пособие. – СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2022. – 76 с.
  7. Капский Д.В. Методология оценки воздействия изменения климата, уязвимости и климатических рисков в транспортной системе Республики Беларусь / Д.В. Капский, С.В. Богданович, Ю.В. Буртыль. – Минск: БНТУ, 2022. – 256 с.
  8. Керимов А.К., Марченко М.Н., Модин И.Н. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ СТОХАСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ. // “Инженерные изыскания” Том XIII, №4, 2019, с.38-47.
  9. Клясова А.А., Магарас Ю.И., Добринский А.В. Прогнозирование погодных и дорожных условий как элемент интеллектуальной транспортной системы. <https://synop.ru/about/articles/?article=1450>(дата обращения 01.12.2023)
  10. Козлов В.Т., Скрынников А.В., Абасов М.А., Никитин В.В., Самцов В.В. Влияние погодно-климатических факторов на системы комплекса «водитель - автомобиль - дорога - среда». // TRANSPORT. TRANSPORT FACILITIES. ECOLOGY, 2019. №1, с.30-36.
  11. Кузнецов И.Е., Мельников А.В., Rogozin E.A., Страшко О.В. Методика учета влияния метеорологических факторов на эффективность применения беспилотных летательных аппаратов на основе системного анализа. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018; 45 (2): 125-139.
  12. Кузнецова С.И. Экспортеры развивают новые маршруты в условиях санкций. Перевозки по коридору Север–Юг могут вырасти вдвое к 2030 году. [https://www.ng.ru/ng\\_energiya/2023-12-11/12\\_8899\\_exporters.html?ysclid=lr55n93zw6368158848](https://www.ng.ru/ng_energiya/2023-12-11/12_8899_exporters.html?ysclid=lr55n93zw6368158848)(дата обращения 01.12.2023)
  13. Маленкин Ю.В. Учет климатических изменений при развитии национальной транспортной инфраструктуры. ЖУРНАЛ ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ Том 9 № 1, 2023, с.3-9.
  14. Матвеев М.Г., Михайлов В.В. СТАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ. // ВЕСТНИК ВГУ, СЕРИЯ: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, 2006, № 2, с.19-23.
  15. Мачерет Д. А., Ледней А. Ю Влияние сезонной неравномерности перевозок на эффективность транспортной инфраструктуры. // Транспорт Российской Федерации. 2019. №6, с.4-9.
  16. Приоритеты климатической адаптации мегаполиса: люди, природа, техника. Алгоритм, стратегия и план действий. Научно-методическое издание. Под ред. Е. Гашо. – Москва, 2019 г.
  17. Распоряжение Правительства РФ от 11 марта 2023 г. № 559-р. Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406426879/>
  18. Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 N 3363-р <О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года>. [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_402052/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/)(дата обращения 01.12.2023)

19. Распоряжение Правительства РФ от 30.09.2018 N 2101-р (ред. от 09.12.2022) <Об утверждении комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года>. [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_308743/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_308743/)(дата обращения 01.12.2023)
20. Романенко А.И. ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ. // Альманах современной науки и образования Тамбов: Грамота, 2011. № 1 (44). С. 75-76.
21. Силуанов заявил о неизбежности трансформации экономики. <https://ria.ru/20230615/ekonomika-1878227635.html>(дата обращения 01.12.2023)
22. Тебекин А.В. Логистика и сельское хозяйство в Арктике: проблемы и перспективы. // Журнал естественнонаучных исследований. 2018. Т. 3. №3. — С. 58-64.
23. Тебекин А.В. НАЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КАК ОТВЕТ НА СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОПОЛИТЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ. // В сборнике: Устойчивое развитие: геополитическая трансформация и национальные приоритеты. Материалы XIX Международного конгресса с элементами научной школы для молодых ученых. В 2-х томах. Отв. редакторы выпуска: А.В. Семёнов, П.Н. Кравченко. Москва, 2023. С. 1703-1712.
24. Тебекин А.В. РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИИ УПРАВЛЯЕМЫХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ. // Маркетинг и логистика. 2022. № 4 (42). С. 20-37.
25. Тебекин А.В., Верятин В.Ю., Ломакин О.Е. ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОТРАСЛЯМИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ГИДРОМЕТОБЕСПЕЧЕНИЯ. // Журнал исследований по управлению. 2021. Т. 7. № 6. С. 68-78.
26. Тебекин А.В., Ломакин О.Е. КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО АДАПТАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА. // Теоретическая экономика. 2022. № 11 (95). С. 40-55.
27. Тебекин А.В., Ломакин О.Е. РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО АДАПТАЦИИ ПРОЦЕССОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА. // Гидрометеорология и образование. 2022. № 2. С. 41-52.
28. Тебекин А.В., Ломакин О.Е. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ, РЕГИОНАЛЬНЫХ И ОТРАСЛЕВЫХ СТРУКТУР К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ. // Транспортное дело России. 2022. № 5. С. 7-13.
29. Токарева Г.Р., Санжапов Р.Р., Савенков М.В., Ильин Д.А. МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОФАКТОРОВ. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2018. №4, с.99-105.
30. Трофименко Ю.В. Методы оценки рисков и мер по адаптации объектов транспортной инфраструктуры к климатическим изменениям в криолитозоне: монография / Ю.В. Трофименко, А.Н. Якубович. – М.: МАДИ, 2022. – 162 с.
31. Указ Президента РФ от 26 октября 2023 г. № 812 "Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации".

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407782529/> (дата обращения  
01.12.2023)

32. Якубович А. Н., Якубович И. А. Оценка климатических рисков в отношении транспортной инфраструктуры северных регионов России // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 96–104.